



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

DÉBORA EVELYN PEREIRA SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICÁCIA DE ISOTIAZOLINONAS COMO
CONSERVANTES EM PRODUTOS DE ESTÉTICA AUTOMOTIVA**

FORTALEZA - CE

2026

DÉBORA EVELYN PEREIRA SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICÁCIA DE ISOTIAZOLINONAS COMO
CONSERVANTES EM PRODUTOS DE ESTÉTICA AUTOMOTIVA

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Química do Departamento de Química
Analítica e Físico-Química da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Química com
Habilitação Industrial.

Orientador pedagógico: Prof^ª. Dr^ª. Fátima
Miranda Nunes

Orientador profissional: Saulo Carneiro Lisboa
Magalhães

DÉBORA EVELYN PEREIRA SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICÁCIA DE ISOTIAZOLINONAS COMO
CONSERVANTES EM PRODUTOS DE ESTÉTICA AUTOMOTIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química com Habilitação Industrial.

Aprovada em: 20 /01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^ª Fátima Miranda Nunes (Orientador pedagógico)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Saulo Carneiro Lisboa Magalhães (Orientador profissional)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª Dr^ª Ruth Maria Bonfim Vidal (Examinador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser meu sustento e plantar em mim um sonho que nem eu mesma sabia que conseguia realizar. Por me manter de pé quando tantas vezes pensei em desistir e por me mostrar que, com Ele, eu posso ser tudo que desejar.

Aos meus pais, Otacilia Maria de Souza Pereira e Antonio Ozani da Silva por me possibilitarem aquilo que eles nunca tiveram sequer a oportunidade de sonhar. Por lutarem com tudo o que tinham para que eu nunca sentisse os impactos de tudo o que já passamos. Nunca serei capaz de pagar por tudo isso, mas o amor que sinto é maior do que qualquer valor mensurável. Obrigada por darem tudo de si para que hoje eu pudesse realizar meus sonhos.

Ao meu companheiro de vida, Bruno Rodrigues Costa por ter compartilhado comigo todos os momentos de angústia e por não me permitir carregar minhas dores sozinha. Obrigada por sempre acreditar em mim e me incentivar a continuar tentando. Agradeço ainda à toda sua família por me acolher como filha quando precisei.

A todos os meus amigos de infância, especialmente à Débora Kely Gomes de Queiroz por ser, como costumávamos dizer, o meu anjo da guarda. À Antonia Eduarda Pereira de Oliveira e Ana Lara Pereira de Oliveira por fazerem o papel de irmãs quando achei que nunca fosse ter alguém para ocupar este lugar. À Edna Fernandes do Nascimento e Leidiana Alves da Silva, por me recordarem que existem amigos que nos completam. A todos os amigos com os quais a UFC e o local de estágio me presentearam, especialmente àqueles que participaram ativamente da realização desse sonho. Obrigada a todos os citados por me recordarem a benção que é ter pessoas que celebram a minha vida.

À minha orientadora, Fátima Miranda Nunes, por ter acreditado em mim quando eu ainda estava perdida e por assumir, com tanto prazer, o papel de guia acadêmica e profissional. Serei eternamente grata pela paciência e incentivo.

Ao meu orientador profissional, Saulo Carneiro Lisboa Magalhães, por me guiar e acompanhar em minha jornada profissional, me apresentando um mundo de novas possibilidades que eu não conseguiria enxergar por conta própria.

À professora Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal por compartilhar seu conhecimento e ajudar a tornar este trabalho ainda mais completo.

Aproveito a oportunidade para agradecer a Laudelyna Rayanne Freitas de Oliveira por enxergar meu potencial e valorizar o meu esforço, sendo a primeira a me conceder um espaço no mercado de trabalho e por ceder esse espaço para que eu realizasse os experimentos descritos neste documento.

“É justo que muito custe aquilo que muito vale”

Santa Tereza D’ávila (Século XIV)

RESUMO

O setor de estética automotiva tem apresentado crescimento significativo nos últimos anos, impulsionado pela tendência de valorização da conservação e aparência dos veículos, o que resultou num aumento na busca por produtos que facilitem os cuidados automotivos. Nesse contexto, a indústria de estética automotiva tem investido no desenvolvimento de formulações cada vez mais eficientes, seguras e estáveis, capazes de atender às exigências do mercado e às condições variadas de uso e armazenamento. Os conservantes são essenciais para garantir a segurança microbiológica e contribuir para a manutenção do desempenho de formulações automotivas, ajudando a garantir a estabilidade dos produtos a longo prazo. No entanto, a escolha desses componentes deve ser feita considerando fatores como conformidade regulatória e seu risco para a saúde do usuário, bem como seu impacto ambiental. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade físico-química de formulações automotivas contendo dois diferentes sistemas conservantes. Para isso, foram selecionados três produtos distintos, denominados A, B e C, que foram formulados com os conservantes clorometilisotiazolinona (CMIT/MIT) e benzisotiazolinona (BIT). As amostras foram submetidas a testes físico-químicos, que envolviam análises de pH, densidade, viscosidade e teor de sólidos, bem como análises sensoriais, onde avaliou-se cor, odor e aparência. Além disso, foram realizados testes de estabilidade acelerada, a fim de avaliar o comportamento das amostras frente a condições de estresse, incluindo testes de centrifugação e aquecimento. Os resultados demonstraram que a viscosidade foi o parâmetro que apresentou maior variação ao longo dos ensaios, evidenciando a influência do sistema conservante na estabilidade reológica das formulações, sendo observado que o conservante BIT apresentou melhor desempenho na manutenção da viscosidade dos produtos quando comparado ao sistema CMIT/MIT. No teste de centrifugação, o produto A apresentou separação de fases, enquanto no teste de aquecimento o produto B iniciou processo de separação, indicando diferentes sensibilidades das formulações às condições de estresse avaliadas. Conclui-se que o sistema conservante BIT contribuiu de forma mais eficaz para a estabilidade físico-química das formulações, especialmente no que se refere à manutenção da viscosidade, reforçando a importância da escolha adequada do conservante aliado às características específicas de cada produto no desenvolvimento de formulações automotivas estáveis e seguras.

Palavras-chave: Estabilidade; Isotiazolinonas; Estética automotiva.

ABSTRACT

The automotive detailing sector has shown significant growth in recent years, driven by the increasing appreciation of vehicle preservation and appearance, which has resulted in a higher demand for products that facilitate automotive care. In this context, the automotive detailing industry has invested in the development of increasingly efficient, safe, and stable formulations capable of meeting market demands as well as varied conditions of use and storage. Preservatives are essential to ensure microbiological safety and to contribute to the maintenance of the performance of automotive formulations, helping to guarantee product stability over the long term. However, the selection of these components must take into account factors such as regulatory compliance, potential risks to user health, and environmental impact. In view of this, the present study aimed to evaluate the physicochemical stability of automotive formulations containing two different preservative systems. For this purpose, three distinct products, designated A, B, and C, were selected and formulated with the preservatives chloromethylisothiazolinone/methylisothiazolinone (CMIT/MIT) and benzisothiazolinone (BIT). The samples were subjected to physicochemical tests, including analyses of pH, density, viscosity, and total solids content, as well as sensory evaluations in which color, odor, and appearance were assessed. In addition, accelerated stability tests were performed to evaluate the behavior of the samples under stress conditions, including centrifugation and heating tests. The results showed that viscosity was the parameter that exhibited the greatest variation throughout the tests, highlighting the influence of the preservative system on the rheological stability of the formulations. It was observed that the BIT preservative demonstrated superior performance in maintaining product viscosity when compared to the CMIT/MIT system. In the centrifugation test, product A exhibited phase separation, whereas in the heating test, product B began to show phase separation, indicating different sensitivities of the formulations to the evaluated stress conditions. It is concluded that the BIT preservative system contributed more effectively to the physicochemical stability of the formulations, particularly with respect to viscosity maintenance, reinforcing the importance of appropriate preservative selection in combination with the specific characteristics of each product in the development of stable and safe automotive formulations.

Keywords: Stability; Isothiazolinones; Automotive Aesthetics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura molecular de metilisotiazolinona, clorometilisotiazolinona e benzisotiazolinona	18
Figura 2 – Amostras do Produto A	31
Figura 3 – Amostras do Produto B	31
Figura 4 – Amostras do Produto C	32
Figura 5 – Protocolo de testes em laboratório	32
Figura 6 – Protocolo de testes de lotes	36
Figura 7 – Testes de centrifugação	39
Figura 8 – Demonstração dos fenômenos de coalescência e quebra de emulsões	40
Figura 9 – Testes de aquecimento.....	41
Figura 10 – Testes de privação de luz.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento da viscosidade do Produto A	44
Gráfico 2 - Comportamento da viscosidade do Produto B	45
Gráfico 3 - Comportamento da viscosidade do Produto C	45
Gráfico 4 - Comportamento da viscosidade do Produto A (lotes)	48
Gráfico 5 - Comportamento da viscosidade do Produto B (lotes)	48
Gráfico 6 - Comportamento da viscosidade do Produto C (lotes)	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas no viscosímetro	34
Tabela 2 - Medidas de densidade	35
Tabela 3 - Testes de estresse	38
Tabela 4 – Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto A	42
Tabela 5 - Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto B	43
Tabela 6 - Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto C	43
Tabela 7 - Testes de lotes do produto A	46
Tabela 8 - Testes de lotes do produto B	46
Tabela 9 - Testes de lotes do produto C	47
Tabela 10 - Comparação entre CMIT/MIT e BIT	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ATP	Adenosinatrifosfato
BIT	Benzisotiazolinona
BPF	Boas Práticas de Fabricação
ECHA	European Chemicals Agency
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MFDS	Ministry of Food and Drug Safety
MIT	Metilisotiazolinona
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RPM	Rotação por minuto
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

LISTA DE SÍMBOLOS

cP centipoise

d densidade

g grama

mL mililitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivos Gerais	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 Conservantes: Definição, função e aplicabilidade.....	18
3.1.1 <i>Isotiazolinonas: Características gerais</i>	18
3.1.2 <i>CMIT/MIT</i>	19
3.1.3 <i>BIT</i>	21
3.2 Legislação e aplicabilidade dos conservantes na estética automotiva.....	22
3.2.1 <i>Panorama das legislações sobre conservantes no Brasil e no mundo</i>	22
3.2.2 <i>Aplicabilidade em produtos de estética automotiva</i>	24
3.3 Estabilidade de formulações com isotiazolinonas	25
3.3.1 <i>Conceitos e importância dos testes de estabilidade</i>	25
3.3.2 <i>Testes de estabilidade em formulações automotivas</i>	27
3.3.3 <i>Relação entre estabilidade e eficácia dos conservantes</i>	29
4 METODOLOGIA	30
4.1 Planejamento experimental dos testes em laboratório.....	30
4.2 Testes de estresse	33
4.2.1 <i>Centrifugação</i>	33
4.2.2 <i>Aquecimento</i>	33
4.2.3 <i>Privação de luz</i>	33
4.3 Análises físico-químicas e sensoriais	34
4.3.1 <i>pH</i>	34
4.3.2 <i>Viscosidade</i>	34

4.3.3 Densidade	35
4.3.4 Teor de sólidos	35
4.3.5 Cor, aparência e odor	36
4.4 Análise de lotes industriais	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Testes de estresse	38
5.1.1 Testes de centrifugação.....	39
5.1.2 Testes de aquecimento	40
5.1.3 Testes de privação de luz	41
5.2 Resultados das análises físico-químicas e sensoriais	41
5.2.1 Testes em escala laboratorial	42
5.2.2 Testes de lotes industriais	45
5.2.3 Avaliação do pH ao longo do tempo	48
5.2.4 Comportamento da viscosidade	49
5.2.6 Avaliação sensorial (aparência, cor e odor)	51
5.3 Comparação entre os conservantes.....	52
6 CONCLUSÃO.....	56
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXO A – BIT NA LISTA DE CONSERVANTES PERMITIDOS EM SANEANTES NO BRASIL	60
ANEXO B – CMIT/MIT NA LISTA DE CONSERVANTES PERMITIDOS EM SANEANTES NO BRASIL	61

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o segmento de estética automotiva tem apresentado crescimento expressivo. Uma avaliação global publicada pela Grand View Research, (s.d.) indicou que a receita obtida com produtos para cuidados automotivos foi de US\$ 10,2 bilhões em 2021. No mercado nacional, a pesquisa mostra que o setor foi avaliado em US\$ 772,4 milhões em 2024, com expectativa de crescimento anual de 7,3% até 2030. Além disso, o mesmo estudo aponta o Brasil como o país de maior expansão no segmento na América Latina.

Uma pesquisa publicada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2022) sugere que esse avanço está relacionado ao aumento da comercialização de veículos usados — mais de 15 milhões de unidades negociadas em 2021, segundo dados da Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE) — e à crescente valorização de serviços especializados de manutenção estética. Entre os fatores que impulsionam essa tendência, destaca-se o apelo por práticas sustentáveis, bem como a adoção de procedimentos ecológicos e o uso de produtos que reduzem ou eliminam o consumo de água, a exemplo da lavagem ecológica (SEBRAE, 2022). Nesse contexto, cresce a demanda por produtos de alto desempenho, capazes de manter estabilidade, segurança microbiológica e qualidade ao longo de sua vida útil, mesmo diante de formulações cada vez mais complexas.

Nesse cenário de expansão, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de produtos eficazes e estáveis, o que reforça a importância da seleção criteriosa dos componentes da formulação, especialmente daqueles responsáveis pela preservação microbiológica, os conservantes. Segundo relatório da European Commission (2020) sobre estratégias de uso sustentável de produtos químicos, há uma tendência global voltada à avaliação crítica de substâncias amplamente utilizadas, considerando não apenas sua eficácia, mas também seus potenciais impactos à saúde humana e ao meio ambiente.

Nesse sentido, empresas do setor automotivo devem observar princípios da química verde e atender a regulamentações internacionais, como o Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) publicado pela European Commission (s.d.), que orienta o uso seguro de substâncias químicas na União Europeia. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), aliada às diretrizes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2019) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2013), reforça a necessidade de práticas responsáveis em toda a cadeia produtiva, incluindo a escolha e o controle de conservantes

empregados nas formulações.

Nesse contexto, os conservantes assumem papel fundamental na garantia da estabilidade e segurança dos produtos de estética automotiva. Segundo Shin *et al.* (2025), “sem conservantes, a vida útil diminui drasticamente, assim como o desempenho e a competitividade de preço”. Isso ocorre porque esses compostos são responsáveis por inibir o crescimento microbiano, preservando as características físico-químicas e sensoriais das formulações ao longo do tempo de prateleira (Shin *et al.*, 2025). A presença de água e nutrientes em produtos como shampoos automotivos, desengraxantes e limpadores cria condições favoráveis à proliferação de bactérias, fungos e leveduras, podendo resultar em alterações indesejáveis de cor, odor, viscosidade e pH, além da redução da vida útil do produto (Halla *et al.*, 2018; Specialchem, 2025).

No Brasil, muitos produtos utilizados na estética automotiva são classificados como saneantes e, portanto, estão sujeitos à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 47 (ANVISA, 2013), que estabelece as Boas Práticas de Fabricação (BPF), bem como à RDC nº 30 ANVISA, 2011), que determina que os conservantes utilizados apresentem eficácia comprovada, estejam dentro dos limites de concentração permitidos e sejam seguros sob os aspectos toxicológico e ambiental. De forma semelhante, órgãos internacionais como a European Chemicals Agency (ECHA) (2024) impõem regulamentações rigorosas quanto ao uso de conservantes, considerando critérios como toxicidade, persistência e potencial de bioacumulação. Assim, a avaliação da eficácia desses compostos torna-se fundamental para garantir conformidade regulatória e desempenho adequado das formulações.

Historicamente, conservantes sintéticos do grupo das isotiazolinonas têm sido amplamente empregados em produtos cosméticos e saneantes, com destaque para a benzisotiazolinona (BIT) e para a mistura de clorometilisotiazolinona e metilisotiazolinona (CMIT/MIT). Essa mistura apresenta vantagens como amplo espectro de ação antimicrobiana, elevada eficácia em baixas concentrações e bom custo-benefício, características que favorecem a manutenção de atributos como viscosidade, pH, fragrância e aparência dos produtos (Silva *et al.*, 2020). Contudo, estudos científicos têm associado o uso dessas substâncias a efeitos adversos, como reações alérgicas e irritações cutâneas, especialmente em contextos de exposição repetida (Chen; Chang, 2024). Além disso, algumas isotiazolinonas apresentam toxicidade ambiental significativa, com potencial de persistência em ambientes aquáticos e impacto negativo sobre organismos não-alvo (Kovalchuk, 2021).

Apesar dessas preocupações, as isotiazolinonas continuam sendo amplamente utilizadas no setor, o que torna relevante a realização de estudos comparativos que avaliem sua eficácia como conservantes, considerando diferentes formulações e condições de uso. A análise

comparativa entre diferentes isotiazolinonas ou combinações desses compostos permite identificar vantagens e limitações relacionadas à eficiência antimicrobiana, estabilidade das formulações e adequação regulatória.

Embora haja crescente interesse por alternativas mais sustentáveis, ainda são escassos os estudos científicos voltados especificamente à busca por alternativas de menor toxicidade e impacto ambiental dentro do próprio grupo das isotiazolinonas. Diante dessa lacuna, este trabalho utiliza como referências alguns dados e metodologias provenientes do segmento cosmético e de produtos saneantes, considerando a similaridade das formulações, das exigências regulatórias e dos critérios de estabilidade microbiológica e físico-química. Essa abordagem busca fornecer subsídios técnicos confiáveis, respeitando as particularidades do setor automotivo.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa da eficácia de isotiazolinonas como conservantes em produtos de estética automotiva, avaliando sua capacidade de manutenção de características como densidade, viscosidade e aparência ao longo do tempo. Serão discutidas as vantagens e limitações desses compostos sob os aspectos da eficácia microbiológica, segurança, impacto ambiental e conformidade regulatória, contribuindo para uma avaliação crítica do uso de isotiazolinonas no contexto atual do setor automotivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

- Investigar e comparar a eficácia, estabilidade e aplicabilidade de CMIT/MIT e BIT como conservantes para indústria de estética automotiva através de análises físico-químicas e sensoriais.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever as propriedades físico-químicas, mecanismos de ação antimicrobiana e aplicações de isotiazolinonas como conservantes, com foco em CMIT/MIT e BIT.

- Avaliar e comparar a viabilidade regulatória e aplicabilidade de CMIT/MIT e BIT em formulações de estética automotiva, considerando legislações nacionais e internacionais aplicáveis ao setor.

- Comparar os efeitos de CMIT/MIT e BIT na estabilidade físico-química e sensorial de formulações automotivas, avaliando como a estabilidade das formulações influencia no desempenho e na eficácia do sistema conservante.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

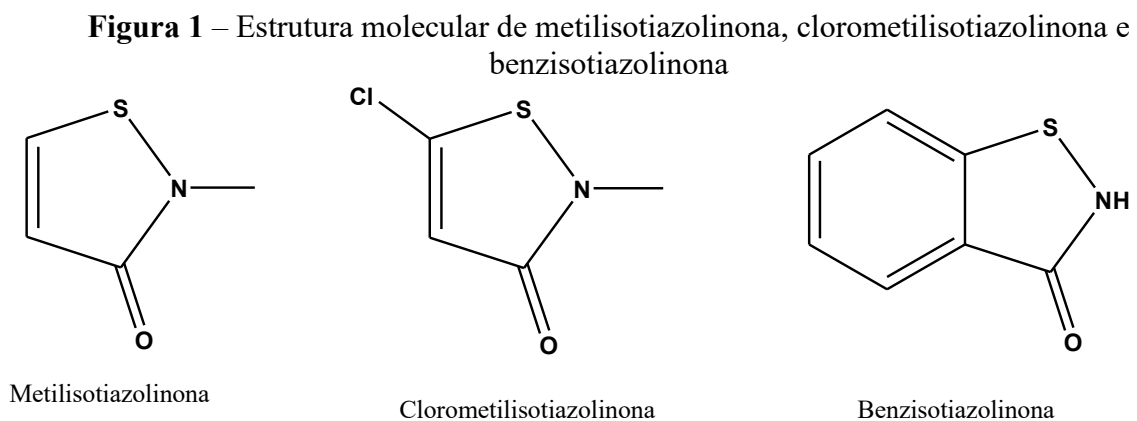
3.1 Conservantes: Definição, função e aplicabilidade

Os conservantes desempenham um papel fundamental em formulações químicas na indústria, dado que permitem garantir a segurança microbiológica e o desempenho prolongado dos produtos durante o transporte, armazenamento e uso (Halla *et al.*, 2018). Em formulações de estética automotiva, sua presença é indispensável, uma vez que muitos dos produtos são compostos essencialmente por água e substâncias orgânicas, o que caracteriza um ambiente extremamente suscetível a proliferação de microrganismos.

A ausência ou a escolha inadequada de conservantes pode resultar em alterações indesejadas nas formulações, como separação de fases, variações de viscosidade e pH, alterações de cor e odor, além da formação de colônias microbianas visíveis, reduzindo a estabilidade, a segurança e a eficácia do produto (Kerdudo *et al.*, 2016; Zuñiga *et al.*, 2015 Glavac e Lunder, 2018).

3.1.1 Isotiazolinonas: Características gerais

As isotiazolinonas constituem uma classe de compostos amplamente aplicadas como conservantes na indústria por sua elevada eficácia antimicrobiana em baixas concentrações e amplo espectro de ação (Kim *et al.*, 2019). Sua estrutura é heterocíclica e composta por um anel de cinco membros contendo enxofre e nitrogênio, como mostra a figura 1, que apresenta estruturas de três diferentes isotiazolinonas, as quais foram o foco desse estudo.



Fonte: Autor, 2025.

O mecanismo de ação antimicrobiana das isotiazolinonas se dá pela sua capacidade de penetrar as membranas celulares bacterianas e a parede celular de fungos. Uma vez no meio intracelular, a porção de enxofre (N – S) da molécula, deficiente em elétrons, pode reagir com grupos nucleofílicos dos componentes celulares, como enzimas contendo tiol. Dessa forma, essa interação provoca o bloqueio de processos metabólicos críticos, como a síntese de adenosinatrifosfato (ATP) e o Ciclo de Krebs, o que pode levar à morte celular (Huh et al., 2022). Apesar de sua eficácia e potencial, estudos apontam a relação entre a recorrência do uso de produtos contendo isotiazolinonas com reações alérgicas graves, como dermatite alérgica de contato. Além disso, esses compostos apresentam alto potencial de bioacumulação e persistência ambiental (Wang *et al.*, 2025; Zheng *et al.*, 2025; Silva *et al.*, 2020).

Dentre os principais representantes dessa classe de compostos, destacam-se a clorometilisotiazolinona (CMIT), metilisotiazolinona (MIT) e a benzisotiazolinona (BIT). Esses compostos são utilizados como conservantes na indústria de produtos aquosos e emulsões, especialmente aqueles mais suscetíveis à contaminação, como ceras, saneantes e limpadores multiusos. Tais conservantes podem ser aplicados de forma combinada, como é o caso do sistema CMIT/MIT — mistura muito utilizada na indústria de produtos automotivos — ou de forma isolada, como o BIT, alternativa de menor impacto toxicológico e ambiental.

Dessa forma, um estudo comparativo entre CMIT/MIT e BIT como conservantes para a indústria de estética automotiva torna-se relevante não apenas sob o aspecto de eficácia antimicrobiana, mas também considerando fatores como adequação regulatória e segurança toxicológica, especialmente para formulações que são exportadas para países com normas mais rigorosas, como alguns países da Ásia.

3.1.2 CMIT/MIT

Segundo Kim *et al.* (2019): “Entre os compostos à base de isotiazolinona, o CMIT/MIT tem sido comumente usado como conservante desde o início da década de 1980, devido à sua alta atividade contra contaminantes microbianos em concentrações muito baixas e em uma ampla faixa de pH”. A utilização de conservantes em sistemas combinados possibilita a redução da concentração individual de cada conservante, promovendo uma atividade antimicrobiana mais eficiente e abrangente e ajudando a reduzir os impactos negativos de substâncias de maior toxicidade, como é o caso do CMIT (Kim *et al.*, 2019). O espectro de ação desses compostos combinados se estende desde bactérias, sejam gram positivas ou gram negativas, até fungos e

leveduras, sendo um agente ideal para aplicação em produtos à base de água e moléculas orgânicas (Chatterjee *et al.*, 2021).

O CMIT/MIT pode ser encontrado sob diversos nomes comerciais, como Kathon CG, Kathon 886, Kathon 886 WT, Acticide LG, Acticide 14L, Acticide 14P, Microcare IT e Microcare ITL, que diferem entre si apenas na concentração de componentes ativos, sendo estes CMIT/MIT, sal e água. É geralmente comercializado na proporção de 3:1 numa faixa de R\$20 no mercado nacional. É ideal para aplicação em formulações com pH de até 8,5, faixa de pH compatível com diversas formulações automotivas. Além disso, apresenta boa compatibilidade com tensoativos — outra característica particularmente desejável na indústria automotiva — e não interfere nas propriedades sensoriais do produto final (Kim *et al.*, 2019).

No entanto, esse conservante apresenta alta afinidade com componentes biológicos e pode ser facilmente distribuído nos órgãos após a absorção. Estudos apontam a relação entre a exposição a produtos contendo CMIT/MIT e reações alérgicas, especialmente na pele, onde podem provocar casos graves de dermatite alérgica e outras reações. Os efeitos desse conservante se estendem ainda a outros órgãos, podendo afetar o sistema respiratório, neurológico e imunológico (Kim *et al.*, 2022). Segundo Kim *et al.* (2019), “o primeiro caso de sensibilização cutânea por cosméticos contendo CMIT/MIT foi relatado em 1985. Desde então, vários casos de alergia cutânea foram relatados, identificando o CMIT/MIT como um sensibilizante cutâneo comum”. Esses efeitos adversos influenciaram o desenvolvimento de regulamentações mais rigorosas, especialmente em outros países. Na União Europeia, por exemplo, a European Chemical Agency (ECHA) proibiu a aplicação de CMIT, isolado ou em sistemas combinados, em produtos de enxágue. Na Coreia do Sul seu uso é severamente limitado pelo Cosmetics Act e pelas normas estabelecidas pelo Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). No Brasil, o composto é permitido, mas seu uso é limitado pela RDC N° 30 a concentrações muito baixas, especialmente em indústrias de cosméticos e produtos de higiene pessoal.

A aplicação de CMIT/MIT em escala industrial ajuda a garantir a segurança microbiológica e a estabilidade dos produtos por um custo relativamente baixo. No entanto, sua restrição em mercados internacionais e limitação de uso mesmo no Brasil representa um grande desafio para grandes empresas. Assim, apesar de seu desempenho comprovado, há um interesse crescente na busca por alternativas seguras, que mantenham a eficácia sem comprometer a conformidade regulatória.

3.1.3 BIT

O BIT é uma isotiazolinona de perfil toxicológico mais aceitável, apresentando menor potencial alergênico e sensibilizante em relação ao CMIT/MIT, o que representa uma grande vantagem regulatória de sua aplicação. Um estudo publicado por Jo *et al.* (2023) demonstrou que o potencial toxicológico do BIT está diretamente relacionado à via de exposição, podendo ser facilmente metabolizado pelo organismo quando presente em baixas concentrações, além de apresentar baixa biodisponibilidade e ausência de acúmulo em exposições repetidas de baixa dosagem. Além de sua ação como inibidor de crescimento microbiano, o BIT também pode ser utilizado para mitigar problemas decorrentes da contaminação microbiana, como o crescimento de fungos, deterioração e outros fatores que possam comprometer a integridade do produto, outra vantagem considerável de sua aplicação (Australian Industrial Chemicals Introduction Scheme, 2020; Jo *et al.*, 2023)

O BIT pode ser encontrado no mercado nacional sob diversos nomes comerciais, entre eles Proxel, Proxel PL, Bioban BIT 20DPG, Acticide BIT, Preventol BIT 20D, Nipacide BIT e custa em torno de R\$40. Seu uso como conservante é geralmente considerado seguro em faixas curtas, o que evidencia seu potencial antimicrobiano mesmo em baixas concentrações. Além disso, sua ação se estende em amplas faixas de pH e pode suportar variações significativas de temperatura, pois apresenta alto ponto de fusão (155 a 158° C), decomposição (acima de 200° C) e fulgor (acima de 100° C) (Filim Chemical, n.d.). Essa estabilidade permite que o BIT seja eficaz em soluções aquosas, emulsões e produtos contendo surfactantes, características comuns em produtos de estética automotiva (Jo *et al.*, 2023).

Como citado anteriormente, além da estabilidade, o BIT é mais amplamente aceito em legislações internacionais, incluindo países com restrições severas ao uso de CMIT/MIT, como a Coreia do Sul. Essa conformidade facilita a aplicação de BIT em produtos exportados, sem o risco de descumprimento legal em mercados internacionais. Ainda que em alguns casos seja necessário utilizar concentrações ligeiramente superiores de BIT para alcançar o mesmo efeito antimicrobiano de CMIT/MIT, o BIT representa uma alternativa de eficácia satisfatória com alto custo-benefício associado, uma vez que oferece menor risco para o cliente e para o meio ambiente.

Essas vantagens justificam a análise comparativa do BIT como alternativa estratégica ao CMIT/MIT em indústrias de estética automotiva que pretendem exportar ou já exportam seus produtos.

3.2 Legislação e aplicabilidade dos conservantes na estética automotiva

O uso de conservantes em produtos de estética automotiva é controlado por normas nacionais e internacionais, visando garantir a segurança do consumidor, a estabilidade dos produtos e sua adequação regulatória para comercialização. A utilização desses compostos deve obedecer não apenas aos critérios técnicos de preservação, como também às regulamentações de cada país, especialmente para produtos exportados. Dessa forma, um dos desafios enfrentados pelas indústrias automotivas é garantir que os conservantes aplicados em suas formulações sejam amplamente aceitos em regulamentações ao redor do mundo, sem comprometer a aplicabilidade desse componente, bem como seu custo-benefício.

Nesse contexto, torna-se fundamental conhecer e compreender os critérios e normas estabelecidos por diferentes órgãos reguladores para o uso de conservantes, considerando seus potenciais efeitos toxicológicos e ambientais. Além disso, é necessário considerar que a conformidade regulatória desses componentes pode variar de acordo com a finalidade de uso do produto final (sejam eles saneantes, cosméticos ou produtos para uso profissional), o que influencia diretamente na escolha do sistema conservante mais adequado.

Dessa forma, conhecer as legislações aplicáveis constitui uma etapa essencial na escolha de um conservante, não apenas para atender aos critérios regulatórios, mas também para evidenciar o compromisso da indústria com a segurança do usuário e a responsabilidade ambiental. Esse posicionamento contribui para o fortalecimento da imagem institucional e agrega valor aos produtos no mercado.

Portanto, esta seção tem como objetivo discutir os principais aspectos regulatórios que envolvem o uso de conservantes, bem como analisar sua aplicabilidade prática em formulações de estética automotiva, estabelecendo uma relação entre as legislações e as necessidades técnicas de conservação dos produtos.

3.2.1 Panorama das legislações sobre conservantes no Brasil e no mundo

No Brasil, a ANVISA regula o uso de conservantes em produtos de higiene, cosméticos e sanitários por meio da RDC Nº 30 de 2011, posteriormente atualizada pela RDC Nº 528 de 2021, que reduz a concentração máxima de CMIT/MIT devido aos casos que demonstraram sua toxicidade. Essas normas determinam as concentrações máximas permitidas de cada

composto, as formulações nas quais podem ser aplicados como conservantes, as condições de uso e suas limitações. Além disso, tratam da rotulagem específica de produtos contendo esses compostos, especialmente para agentes alergênicos, como o CMIT/MIT.

A RDC N° 30/2011 permitia a utilização do CMIT/MIT em diversas formulações a uma concentração máxima de 0,0022%, o que já corresponde a uma parte muito pequena em uma formulação. Com a atualização da norma para a RDC N° 528/2021, ficou estabelecido que esses conservantes são proibidos em produtos sem enxágue e que sua concentração máxima é de 0,0015%, como mostra o anexo B, além de determinar a obrigatoriedade de informar sua presença no rótulo do produto. Já o BIT, por apresentar menor toxicidade e menor potencial alergênico, não possui restrições equivalentes no Brasil, sendo permitido em uma variedade de produtos e numa maior faixa de concentração, o que facilita sua aplicação em formulações industriais automotivas. A RDC N° 30/2011 determina que sua concentração máxima permitida é de 0,05% para produtos de venda livre e 0,10% para produtos de uso profissional ou de venda restrita a empresa especializada, como mostra o anexo A, não havendo outras atualizações acerca de seu uso desde então.

A nível internacional, as regulamentações são ainda mais rigorosas. Apesar de não haverem estudos que demonstrem a relação entre o uso de BIT e surtos alergênicos, por fazerem parte da mesma classe de compostos, tanto CMIT/MIT quanto BIT são proibidos em produtos de enxágue na União Europeia. A Coreia do Sul também restringe o uso de CMIT/MIT, o que gera barreiras significativas para exportação de produtos brasileiros contendo esse conservante. Nos Estados Unidos, embora o uso de CMIT/MIT seja permitido, a FDA recomenda cuidados específicos na formulação devido à possibilidade de sensibilização cutânea.

Essas diferenças regulatórias reforçam a importância de considerar a conformidade legal dos conservantes como um critério determinante na escolha desses compostos. Ainda que um conservante seja eficaz em concentrações mínimas, seu potencial risco à segurança do consumidor e ao meio ambiente pode limitar ou impedir sua comercialização. Ignorar esses fatores durante o desenvolvimento de formulações pode resultar na proibição de produtos ou até na restrição de marcas em mercados internacionais, o que pode comprometer seriamente a reputação de uma empresa.

Dessa forma, a aplicação de conservantes em produtos de estética automotiva, especialmente destinados à exportação, deve ser cuidadosamente planejada para conciliar eficácia, segurança do consumidor e conformidade regulatória.

3.2.2 Aplicabilidade em produtos de estética automotiva

Segundo Halla *et al.* (2018), em escala industrial, os conservantes são essenciais para inibir o crescimento microbiano e manter a estabilidade das formulações durante as etapas de transporte, armazenamento e uso, preservando o desempenho, a estética e as características físico-químicas dos produtos. Para garantir a ação de um conservante, deve-se considerar sua compatibilidade com as formulações. Esse mesmo estudo aponta alguns fatores importantes na escolha de um conservante, sendo:

i) Compatibilidade com o pH da formulação: A faixa de pH do conservante deve ser compatível com a da formulação e o composto deve sustentar variações de pH.

ii) Tempo de armazenamento: A eficácia do conservante deve se estender durante todo o prazo de validade do produto sob condições de armazenamento adequadas. Por isso, compostos mais estáveis, como o BIT, são recomendados para produtos com prazo de validade longo, como é o caso de formulações automotivas.

iii) Eficácia do conservante: Nesse caso, ambos apresentam eficácia elevada em baixas concentrações.

iv) Regulamentação do mercado-alvo: Como exposto anteriormente, é fundamental que todos os componentes de uma formulação respeitem as regulamentações do mercado-alvo. Nesse caso, o BIT é uma alternativa mais viável em muitos países.

No geral, as formulações de estética automotiva podem ser categorizadas em classes de produtos de composição semelhante, nos quais se podem aplicar o mesmo sistema conservante, dependendo de suas características. Abaixo estão apresentadas algumas das principais classes de produtos:

i) Shampoos e saneantes automotivos: Produtos à base de água usados para remover sujeira e resíduos da superfície do automóvel. Por serem compostos majoritariamente por água, necessitam de conservantes para inibir o crescimento de microrganismos. Esses produtos podem apresentar pH elevado, sendo melhor combinados com conservantes de caráter neutro a alcalino.

ii) Ceras, polidores e revitalizadores de superfície: Incluem ceras líquidas, protetores de pintura e condicionadores de plásticos e borrachas. Conservantes atuam mantendo as propriedades de brilho, proteção e consistência desses produtos.

iii) Produtos multiuso: Limpadores gerais e produtos que devem ser diluídos para uso. A presença de conservantes nesses produtos garante a segurança microbiológica mesmo após sua diluição.

Para o mercado nacional, tanto o CMIT/MIT quanto o BIT atendem às necessidades dos produtos listados, com uma razoável variabilidade de custo por aplicação. No entanto, o uso de BIT traz a vantagem de uma composição mais segura em termos de reações em usuários.

Dessa forma, o uso de conservantes em produtos de estética automotiva é fundamental para garantir a qualidade dos produtos pelo tempo estabelecido no prazo de validade, mantendo a imagem da empresa em termos de segurança e compromisso com os clientes.

3.3 Estabilidade de formulações com isotiazolinonas

A estabilidade de uma formulação é um parâmetro fundamental para garantir sua qualidade até o fim de sua vida útil e os conservantes tem papel essencial na estabilidade através da manutenção das características físico-químicas, sensoriais e da funcionalidade de uma formulação ao longo do tempo de armazenamento e uso, uma vez que devem evitar processos degradativos e oxidativos (Kirkbride et al., 2021; Zúñiga; Redondo, 2015).

Dessa forma, compreender e avaliar comparativamente a estabilidade de formulações contendo CMIT/MIT e BIT permite inferir informações sobre sua eficácia real e compatibilidade com as formulações, garantindo que sejam seguras e eficientes.

3.3.1 Conceitos e importância dos testes de estabilidade

A estabilidade de uma formulação automotiva consiste em sua capacidade de manter suas características físico-químicas (como pH, viscosidade e densidade), bem como o aspecto sensorial (por exemplo, cor, odor e espalhamento) ao decorrer de sua vida útil, nas condições adequadas de armazenamento e uso (Kirkbride *et al.*, 2021). Os conservantes são parte fundamental desse processo, pois ajudam a inibir reações de degradação em formulações, aumentando a vida útil do produto. Estudos demonstram que os testes de estabilidade variam nos diversos segmentos da indústria e dependem do tipo de produto e da finalidade de seu uso (Cekic *et al.*, 2023). Dessa forma, os testes de estabilidade podem ser de dois tipos:

i) Testes de estabilidade físico-química: São testes que visam prever a resistência do produto a condições de estresse comuns. Alguns dos parâmetros monitorados podem ser: viscosidade, pH, densidade e condutividade, a depender da formulação. Ensaio típicos incluem

a checagem desses parâmetros após exposição das amostras analisadas a variações térmicas e exposição à luz controlada. Estes ensaios são úteis para prever e evitar alterações indesejadas durante o transporte, armazenamento e uso, uma vez que essas características estão diretamente relacionadas com a qualidade dos produtos (Cekic *et al.*, 2023). Neste trabalho, os testes sensoriais, como testes de odor, aparência e cor, foram considerados como parte da categoria de testes físico-químicos e foram utilizados para rastrear alterações indesejadas como separação de fases, turbidez, sedimentação e floculação.

ii) Testes de estabilidade microbiológica: São testes que visam garantir a segurança microbiológica do produto e, com isso, evitar mudanças indesejadas em seus parâmetros sensoriais ou físico-químicos, causadas pela ação de microrganismos. Um dos ensaios microbiológicos mais aplicados na indústria de cosméticos, que pode ser replicado na indústria automotiva, é o *challenge test*, que visa avaliar a eficácia de sistemas conservantes através do teste de crescimento de cepas isoladas em amostras de produtos (Halla *et al.*, 2018). Estes testes são obrigatórios para formulações de uso tópico, uma vez que um produto contaminado pode comprometer gravemente a saúde de usuários.

Segundo Kirkbride *et al.* (2021), “um teste de estabilidade é essencial para avaliar o prazo de validade de um produto”. Além disso, a estabilidade de um produto tem impacto direto na escolha das embalagens e rótulos adequados para cada tipo de produto, além de ajudar a determinar as condições ideais de transporte, armazenamento e uso Kirkbride *et al.* (2021). Por isso, guias recentes e manuais de Boas Práticas recomendam que o protocolo de estabilidade seja definido considerando esses fatores, bem como o ciclo de vida do produto. Entre esses documentos, destacam-se o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos da ANVISA, o Manual de Boas Práticas de Fabricação da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), bem como a ISO/TR 18811:2018, que apresentam abordagens racionais a nível internacional para avaliação de estabilidade físico-química ao longo do prazo de validade e orienta a formalização dos protocolos de estudo de estabilidade.

A avaliação da influência de conservantes na estabilidade de produtos de estética automotiva garante a escolha adequada desse componente, assegurando a qualidade e durabilidade dos produtos e, dessa forma, preservando a reputação da marca. Por isso, os testes de estabilidade de formulações representam uma etapa indispensável do processo produtivo uso Kirkbride *et al.* (2021).

3.3.2 Testes de estabilidade em formulações automotivas

Os testes de estabilidade em formulações automotivas seguem padrões semelhantes aos aplicados em cosméticos e saneantes, adaptados às características específicas desses produtos. Entre os principais ensaios utilizados, destacam-se:

i) Testes de estabilidade em tempo real: São testes periódicos realizados em amostras de produtos armazenados nas condições recomendadas para verificar todos os parâmetros críticos, que são definidos através de um protocolo de estabilidade, que deve ser desenvolvido de acordo com a composição do produto durante seu desenvolvimento uso (Kirkbride *et al.*, 2021; Ebrahim *et al.*, 2021). Na indústria de estética automotiva, os testes comumente realizados são de pH, viscosidade, densidade e teor de sólidos, a depender do tipo de produto.

ii) Testes de estabilidade acelerada: São testes baseados na exposição de amostras de produtos a condições de estresse controlado, como variação de temperatura e umidade, exposição à luz e simulação das condições de transporte, com o objetivo de detectar falhas no processo e atuar nas medidas adequadas (Ebrahim *et al.*, 2021). Testes acelerados comuns na indústria de estética automotiva são testes de exposição a variações de temperatura e luz.

Entre os principais testes de estresse aplicados às formulações automotivas, destacam-se:

i) Teste de centrifugação: É um teste no qual as amostras são submetidas a uma força centrífuga controlada, com o objetivo de acelerar fenômenos de instabilidade física, como separação de fases, sedimentação, floculação e coalescência.

ii) Teste de aquecimento: Baseia-se na exposição das amostras a temperaturas elevadas por períodos determinados, simulando condições extremas de transporte e armazenamento. É recomendado que esse teste seja realizado com amostras dos produtos em condições comerciais, armazenados em sua embalagem original contendo rótulo.

iii) Teste de privação de luz: consiste no armazenamento das amostras em ausência total de luz, visando avaliar possíveis alterações relacionadas à fotossensibilidade dos componentes da formulação.

Em formulações automotivas, alguns dos testes físico-químicos que podem ser realizados para determinar a estabilidade de um produto são:

i) pH: É a medida do grau de acidez ou alcalinidade de uma solução. Na indústria de estética automotiva, o controle do pH é essencial para garantir a estabilidade das formulações e a eficácia de conservantes e tensoativos, influenciando assim no desempenho do produto final.

Além disso, permite identificar formulações que ofereçam riscos aos usuários, como produtos muito ácidos ou muito básicos. Dessa forma, torna-se possível indicar todas as medidas de proteção para uso seguro dos produtos. Em escala industrial, o pH é medido através de pHmetros eletrônicos, que utilizam eletrodos capazes de detectar diferenças elétricas. Essas variações de potencial indicam a acidez ou alcalinidade do meio, permitindo uma leitura precisa do pH de forma rápida.

ii) Viscosidade: É a medida do grau de resistência de um fluido ao sofrer deformação, seja por cisalhamento ou tensão. Esse parâmetro é fundamental tanto na estabilidade quanto no desempenho de produtos de estética automotiva. Em escala industrial, a viscosidade pode ser medida através do uso de viscosímetros rotacionais digitais, que operam medindo a força necessária para deformar um fluido. A medida deve ser realizada em temperatura padronizada, considerando que a viscosidade e a temperatura são parâmetros inversamente proporcionais, o que significa que a viscosidade aumenta a temperaturas mais baixas e diminui a temperaturas mais elevadas.

iii) Densidade: É definida como a relação entre a massa (m) de uma amostra e o volume que esta ocupa (v). Pode ser representada pela seguinte equação:

$$d = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

Verificar e entender esse parâmetro permite identificar pequenas mudanças na amostra, como incorporação de bolhas, evaporação de componentes voláteis, variação de sólidos dissolvidos ou dispersos e separação de fases, além de ser crucial para verificar o peso dos produtos durante o envase. A determinação da densidade pode ser realizada por diferentes métodos, destacando-se aqueles que utilizam balança analítica em conjunto com vidrarias como proveta graduada, balão volumétrico ou picnômetro.

iv) Teor de resíduos não-voláteis por gravimetria: É usualmente realizada a partir da evaporação completa do solvente orgânico da amostra, seguida da pesagem do material restante em balança gravimétrica e posterior interpretação dos resultados pelo analista. Para garantir medidas confiáveis nesse processo, é necessário que o equipamento seja calibrado com frequência e que a temperatura de secagem do solvente seja padronizada. A análise desse parâmetro é fundamental para avaliar a qualidade de produtos cuja funcionalidade depende da presença de material particulado, como é o caso de abrasivos em polidores.

v) Testes de cor, aparência e odor: Esses testes podem ser realizados mediante comparação com padrões estabelecidos para os produtos, os quais devem corresponder às

características esperadas. Para aumentar a confiabilidade dos testes, recomenda-se que sejam conduzidos com o auxílio de, no mínimo, três avaliadores independentes, que devem verificar criteriosamente a conformidade da amostra analisada com os padrões.

Além dos testes em escala laboratorial, órgãos regulatórios como a ANVISA e a FDA recomendam que os testes de estabilidade sejam reproduzidos em diferentes lotes de um mesmo produto, os quais devem apresentar formulação idêntica ao lote comercial e seguir a mesma rota produtiva, a fim de garantir resultados confiáveis e reprodutíveis. Dessa forma, é possível assegurar que as condições observadas em laboratório sejam efetivamente replicáveis em escala industrial, evitando que eventuais alterações de processo, matérias-primas ou parâmetros industriais comprometam a estabilidade previamente demonstrada.

A compreensão dos diferentes tipos de estabilidade, associada a aplicação de testes em tempo real e acelerados, oferece uma visão completa do comportamento das formulações com diferentes conservantes e permite determinar com maior precisão o sistema ideal para cada tipo de produto.

3.3.3 Relação entre estabilidade e eficácia dos conservantes

O desempenho de um sistema conservante afeta diretamente a estabilidade final de uma formulação, mas também pode ser afetado caso os outros componentes da formulação tornem o meio instável, uma vez que os conservantes só apresentam eficácia máxima em meios com condições específicas para sua aplicação. Logo, formulações instáveis — apresentando variações de pH e temperatura, incompatibilidade entre matérias-primas ou até mesmo contaminação pré-existente — podem levar a degradação do sistema conservante, o que prejudica sua atividade, comprometendo assim o desempenho global da formulação. Dessa forma, antes de aplicar um conservante, é necessário certificar-se de que a formulação apresente um meio suscetível à sua ação (Glavac e Lunder, 2018; Martins *et al.*, 2023; Zuñiga *et al.*, 2015).

A influência dos conservantes na estabilidade de formulações automotivas manifesta-se principalmente em três aspectos: microbiológico, físico-químico e sensorial, a depender do tipo de conservante. No aspecto físico-químico, fundamento principal da ação de um conservante em uma formulação automotiva, conservantes específicos podem reduzir reações de oxidação, contribuindo para a manutenção de características como cor, viscosidade e homogeneidade do produto. No aspecto microbiológico, a presença de um agente antimicrobiano eficaz inibe o crescimento de bactérias, fungos e leveduras, evitando alterações como turvação, mudanças no odor e na cor e separação de fases. Quanto à estabilidade sensorial, a ação do conservante

garante que características como brilho, textura e odor permaneçam inalteradas durante o prazo de validade (Zuñiga *et al.*, 2015).

A estabilidade de isotiazolinonas pode diferir significativamente de uma molécula para outra. O sistema CMIT/MIT, por exemplo, apresenta perda significativa de eficácia em formulações alcalinas, especialmente em meios com pH acima de 9. Na indústria automotiva, essa é uma condição indesejada, considerando que muitos produtos apresentam pH alcalino, como alguns shampoos e saneantes (Lee *et al.*, 2022). O BIT, por sua vez, apresenta maior estabilidade em faixas de pH mais abrangentes e maior resistência a variações térmicas, o que favorece sua ação prolongada mesmo em condições adversas de transporte e armazenamento

Essa diferença de estabilidade em conservantes impacta diretamente na qualidade do produto final. Quando o CMIT/MIT se degrada, por exemplo, é possível observar mudanças no pH e na viscosidade, além da redução da ação antimicrobiana com o tempo, o que pode afetar diretamente a qualidade do produto. O BIT, por outro lado, tem maior eficácia na manutenção da integridade da formulação por períodos longos, mantendo sua atividade mesmo em condições mais críticas. Assim, o desempenho do conservante deixa de ser apenas uma questão de eficácia antimicrobiana imediata e passa a ser um fator determinante na vida útil e na qualidade do produto.

Dessa forma, compreender e avaliar a relação entre a estabilidade da formulação e o desempenho dos conservantes é essencial para garantir formulações mais seguras e com maior tempo de vida. A escolha adequada do sistema conservante, aliada a testes de compatibilidade e estabilidade, garante a conformidade com normas regulatórias e a manutenção da eficácia e estética dos produtos, refletindo diretamente na percepção de qualidade pelo consumidor.

4 METODOLOGIA

4.1 Planejamento experimental dos testes em laboratório

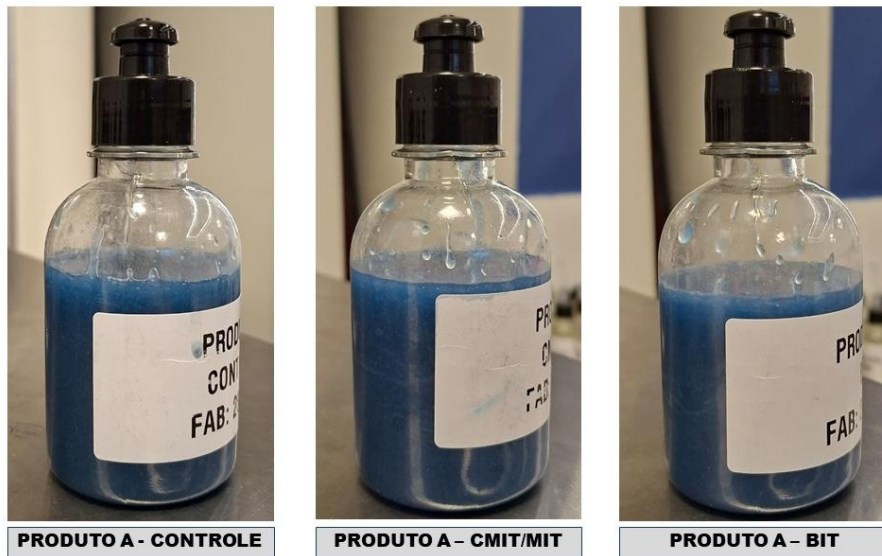
O presente estudo teve seus resultados embasados em experimentos realizados com equipamentos de leitura de parâmetros físico-químicos, seguindo procedimentos padrão de análise aplicados na indústria. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões de classificação pré-estabelecidos para cada produto.

Para as demais análises, foram coletadas amostras de três diferentes produtos de estética automotiva (identificados como A, B e C), as quais foram divididas em: controle (amostra sem

conservante), amostra contendo CMIT/MIT e amostra contendo BIT, que estão apresentadas nas figuras 2, 3 e 4, sendo:

- i) **Produto A:** cera
- ii) **Produto B:** restaurador de plásticos e borrachas
- iii) **Produto C:** restaurador de plásticos internos

Figura 2 – Amostras do Produto A



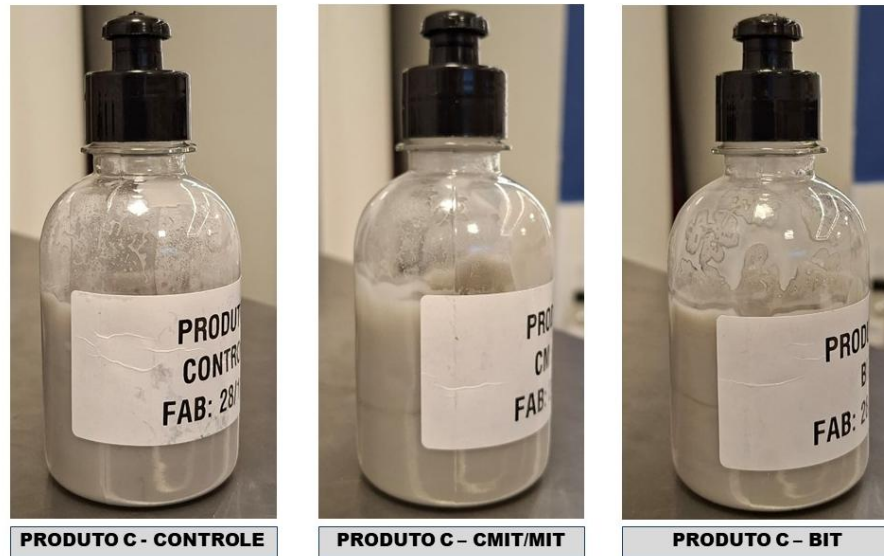
Fonte: Autor, 2025.

Figura 3 – Amostras do Produto B



Fonte: Autor, 2025.

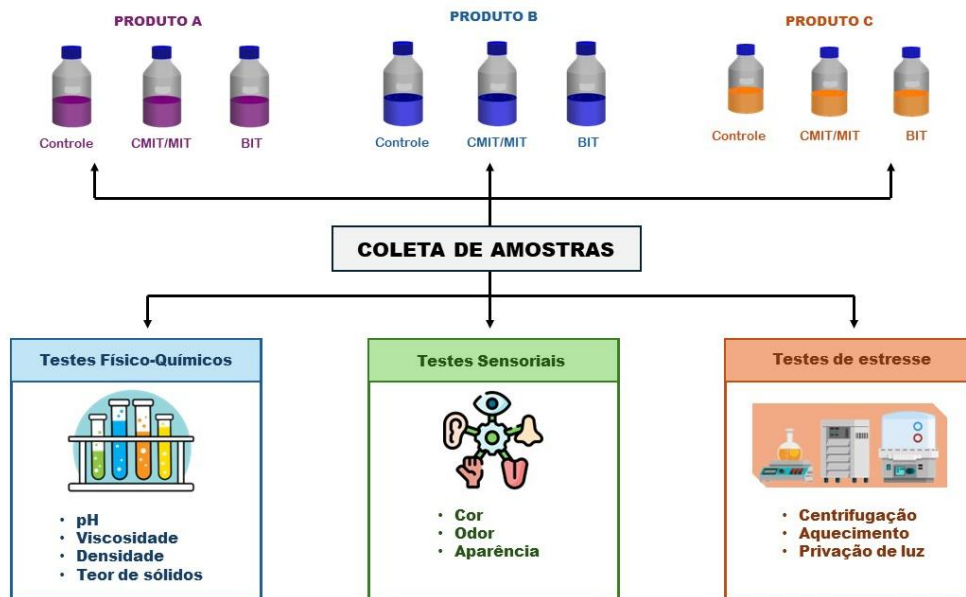
Figura 4 – Amostras do Produto C



Fonte: Autor, 2025.

Os produtos apresentados acima foram submetidos a testes físico-químicos e de estresse em escala laboratorial, como está representado na figura 5.

Figura 5 – Protocolo de testes em laboratório



Fonte: Autor, 2025.

Os testes físico-químicos e sensoriais em escala laboratorial foram realizados durante 60 dias em intervalos de 10 dias. Os testes de estresse, por sua vez, foram realizados nos

produtos recém formulados utilizando protocolos padrão de análise. Essas condições ajudaram a avaliar a capacidade dos conservantes e do próprio produto em manter suas características desde o dia de sua formulação, permitindo obter informações sobre a tendência do comportamento dessas formulações.

4.2 Testes de estresse

Os testes de estresse foram realizados em laboratório utilizando metodologias padrão aplicadas na indústria e protocolos relatados na literatura. Para esses testes, as amostras foram armazenadas em embalagens de material idêntico ao utilizado no produto final, a fim de aumentar a precisão dos resultados. Os ensaios realizados foram: centrifugação, aquecimento em estufa e privação de luz.

4.2.1 Centrifugação

Para o teste de centrifugação, as amostras foram colocadas em uma centrífuga digital de bancada da marca Marte científica, onde foram mantidas durante 30 minutos sob rotação de 3000 rpm a uma temperatura aproximada de 50°C, conforme protocolo utilizado em testes de estabilidade de cosméticos (Oxford Biosciences, [S.d.]). Após o teste, as amostras foram avaliadas visualmente quanto à ocorrência de mudanças em sua aparência.

4.2.2 Aquecimento

Os testes de aquecimento foram realizados em estufa da marca Novatecnica programada a 50° C por um período de cinco dias, simulando condições críticas de armazenamento. Após o período de testes, as amostras foram analisadas e comparadas aos padrões para verificar a ocorrência de mudanças nos parâmetros sensoriais.

4.2.3 Privação de luz

Os testes de privação de luz foram realizados em uma cabine com ausência total de luz durante 24 horas a uma temperatura aproximada de 25°C (temperatura ambiente). Ao final do ensaio, foram avaliadas quanto a possíveis alterações sensoriais.

4.3 Análises físico-químicas e sensoriais

As análises físico-químicas foram realizadas no local de estágio utilizando a metodologia padrão aplicada. Os testes realizados foram: pH, viscosidade, densidade, teor de sólidos, aparência, coloração e odor.

4.3.1 pH

As análises de pH foram realizadas utilizando um titulador automático de bancada com pHmetro acoplado da marca Hanna. O equipamento foi previamente calibrado com soluções tampão de 1,68; 4,0; 7,0; 9,18 e 12,45, conforme recomendado no manual, para garantir que as medidas fossem confiáveis, eliminando assim qualquer fonte de erro.

Após a calibração, as alíquotas das amostras de cada produto foram transferidas para béqueres devidamente limpos e secos. O eletrodo foi inserido na amostra até a imersão completa do bulbo e a leitura do valor foi registrada após a estabilização do equipamento. As medidas foram feitas em triplicatas, das quais obtiveram-se o valor médio.

4.3.2 Viscosidade

A viscosidade das amostras foi medida utilizando um viscosímetro rotacional digital da marca Marte Série MVD-8. As medidas foram realizadas a 25° C, considerando o spindle e rotação por minuto (RPM) adequados para a faixa de viscosidade de cada amostra, segundo Manuais de Boas Práticas aplicados no local de estágio, sendo:

Tabela 1 - Medidas no viscosímetro

<i>PRODUTO</i>	<i>SPINDLE</i>	<i>RPM</i>
A	3	30
B	4	3
C	4	3

Fonte: Autor, 2025.

Para realizar as medidas, introduziu-se o spindle em uma alíquota de cada amostra, respeitando o nível estabelecido pelo menisco. Feito isso, as amostras foram submetidas a

leituras de 2 minutos cada, a fim de garantir resultados reprodutíveis e confiáveis. Os valores obtidos foram expressos em centipoise (cP) e registrou-se a média das triplicatas.

4.3.3 Densidade

A densidade foi obtida utilizando uma balança analítica previamente calibrada com os pesos padrão de 50 e 100g. No experimento, as amostras foram medidas em vidrarias adequadas considerando o procedimento padrão aplicado, sendo:

Tabela 2 - Medidas de densidade

<i>PRODUTO</i>	<i>VIDRARIA</i>
A	Proveta de plástico de 100mL
B	Picnômetro de metal de 50mL
C	Picnômetro de metal de 50mL

Fonte: Autor, 2025.

Para a determinação da densidade, cada vidraria foi previamente tarada em balança analítica, garantindo precisão na medição. Em seguida, as amostras foram cuidadosamente adicionadas até a marca do menisco, de modo a assegurar o volume exato indicado pela vidraria, as quais foram preenchidas e pesadas novamente, registrando-se a massa correspondente ao volume da amostra.

Os resultados foram expressos em gramas por mililitro (g/mL) e obtidos em triplicata para garantir a reprodutibilidade das medições.

4.3.4 Teor de sólidos

A determinação do teor de sólidos foi realizada utilizando um analisador de umidade MA Touch, da marca AKSO, baseado no princípio de secagem térmica. As amostras foram pesadas em pratos de alumínio descartáveis, em quantidades entre 3,500 g e 4,000 g e submetidas a um aquecimento de 150°C, conforme procedimento adotado no local de estágio. Após a finalização do ciclo automático de aquecimento, onde ocorre a evaporação da fração volátil da amostra, o equipamento forneceu diretamente o valor do teor de sólidos, calculado a partir da variação de massa registrada durante o ensaio.

4.3.5 Cor, aparência e odor

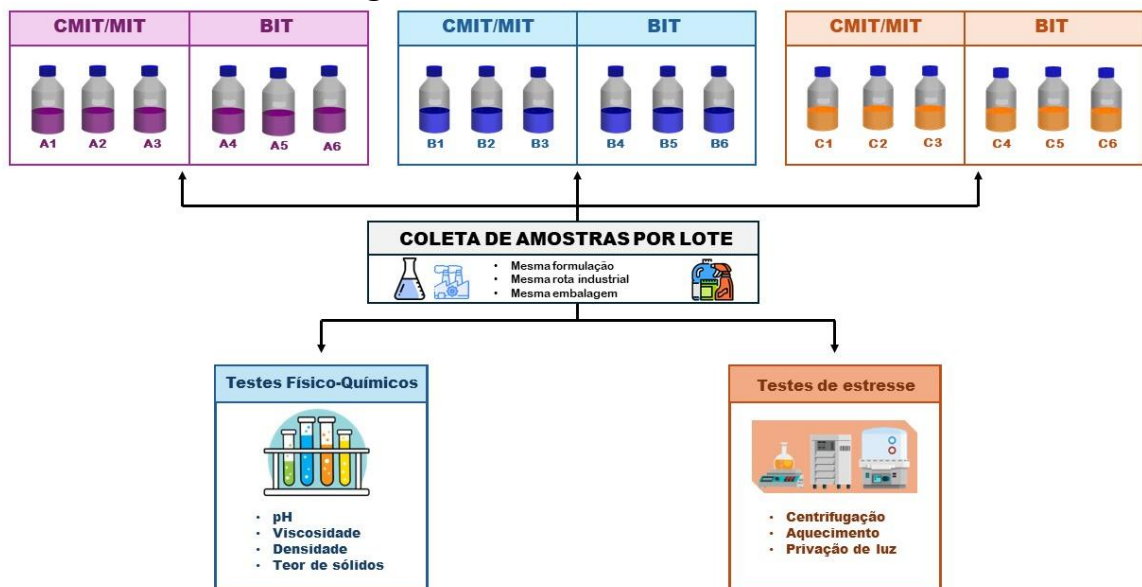
A cor e a aparência das amostras foram analisadas por avaliação visual através da comparação com um padrão do produto, bem como a análise de odor. Para isso, as amostras, tanto do padrão quanto as de teste, foram colocadas em recipientes transparentes sob as mesmas condições. Foram analisadas por 3 testemunhas a ocorrência de mudança de cor, turbidez, separação de fases ou sedimentação de matérias primas. Os resultados foram expressos em “conforme” ou “não conforme”, tendo este último sido detalhado de acordo com o problema detectado.

4.4 Análise de lotes industriais

Em continuidade aos testes em laboratório, os ensaios foram reproduzidos em três diferentes lotes de cada produto, os quais foram novamente classificados em A, B e C, sendo cada produto subdividido em amostras formuladas com CMIT/MIT e com BIT, ambos em concentrações compatíveis com a legislação vigente. Para cada sistema produto-conservante, foram analisados três lotes, totalizando seis lotes por produto. A análise dos lotes sem conservante (controle) não foi realizada, uma vez que tais formulações não atendem aos requisitos regulatórios aplicáveis.

A Figura 3 ilustra como as amostras foram divididas, sendo os lotes representados de 1 a 6, associados ao código que representa cada produto (A, B ou C).

Figura 6 – Protocolo de testes de lotes



Fonte: Autor, 2025.

Os lotes foram fabricados mantendo composição idêntica, bem como a mesma rota produtiva, parâmetros operacionais e matérias-primas utilizadas no processo produtivo, de modo a assegurar a representatividade em relação ao produto comercial.

As amostras de cada lote foram acondicionadas em suas embalagens finais e submetidas a testes de estresse, seguindo o mesmo protocolo estabelecido nos ensaios em escala laboratorial. Durante o período de testes, foram realizados os mesmos ensaios físico-químicos descritos nos tópicos anteriores, mantendo os mesmos métodos analíticos, critérios de aceitação e frequência de avaliação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos nos testes de estabilidade das formulações. Os dados foram organizados predominantemente em forma de tabelas, de modo a facilitar a visualização e a comparação entre os resultados obtidos, sendo complementados por alguns registros fotográficos que auxiliam na compreensão da conclusão alcançada a partir dos testes. A interpretação crítica dos resultados, bem como a discussão dos comportamentos observados ao longo do período de análise, é apresentada de forma integrada ao final deste tópico, considerando os parâmetros avaliados e sua relevância para a estabilidade e desempenho das formulações.

5.1 Testes de estresse

Os testes de estresse foram realizados no produto recém formulado, a fim de evitar influência do tempo de interação entre os componentes da formulação. Nestes testes, os parâmetros avaliados foram exclusivamente sensoriais, pois visam simular condições de transporte e armazenamento. As amostras que mantiveram seu aspecto visual inalterado após os testes foram classificadas em “conforme”. Para as que sofreram alterações após os ensaios, descreveu-se a mudança observada. Os resultados estão expressos na Tabela 3 e foram evidenciados nas Figuras 7, 9 e 10. Os testes de estresse realizados foram: centrifugação, aquecimento e privação de luz.

Tabela 3 - Testes de estresse

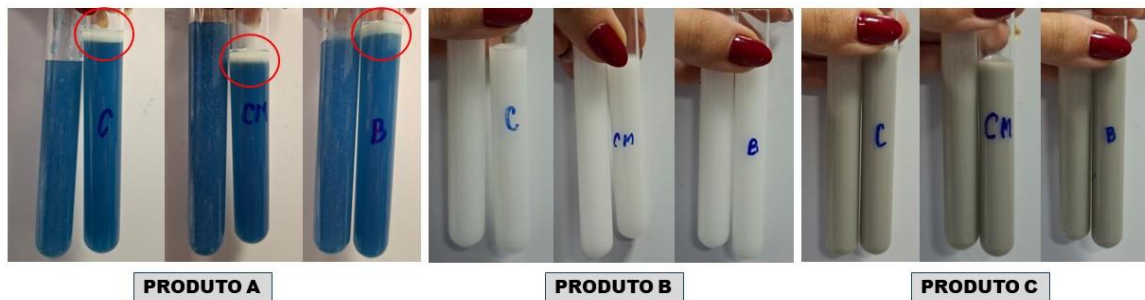
AMOSTRA	CONSERVANTE	CENTRIFUGAÇÃO	AQUECIMENTO	PRIVAÇÃO DE LUZ
Produto A	Controle	Separação de fases	Conforme	Conforme
	CMIT/MIT	Separação de fases	Conforme	Conforme
	BIT	Separação de fases	Conforme	Conforme
Produto B	Controle	Conforme	Conforme	Conforme
	CMIT/MIT	Conforme	Conforme	Conforme
	BIT	Conforme	Conforme	Conforme
Produto C	Controle	Conforme	Leve separação de fases	Conforme
	CMIT/MIT	Conforme	Leve separação de fases	Conforme
	BIT	Conforme	Leve separação de fases	Conforme

Fonte: Autor, 2025.

5.1.1 Testes de centrifugação

Após os testes de centrifugação, observou-se que o Produto A apresentou separação de fases, um forte indicativo de instabilidade físico-química, como mostra a figura 7. Esse resultado sugere que a formulação apresenta sensibilidade a condições severas de estresse, o que é um resultado esperado, dado que se trata de uma emulsão água-óleo de baixa viscosidade.

Figura 7 – Testes de centrifugação

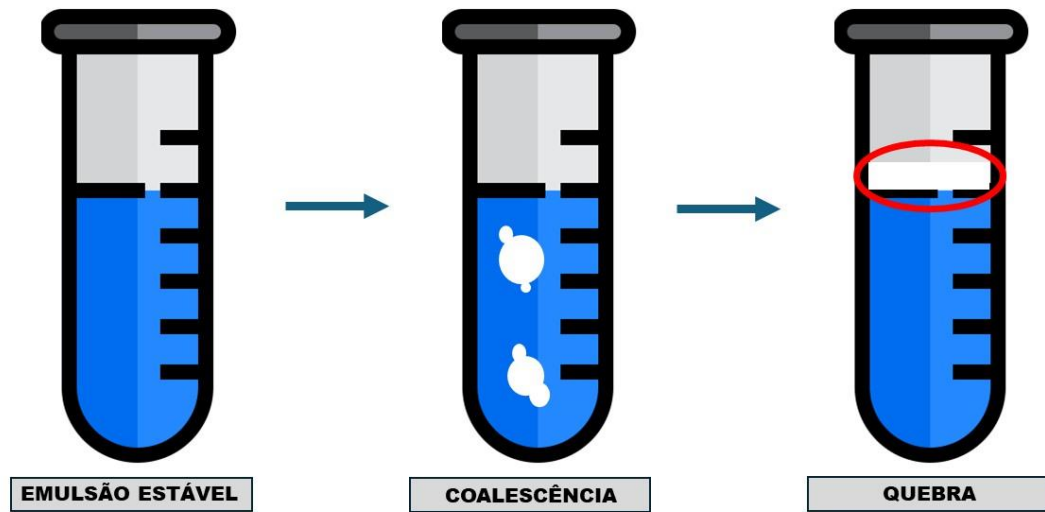


Fonte: Autor, 2025.

Uma emulsão é formada por uma fase fragmentada, chamada de fase dispersa, dentro de uma outra fase, chamada de fase contínua, que envolve a fase dispersa. Numa emulsão água-óleo, partículas de água estão envolvidas em uma fase abrangente de óleo. Quanto menor a viscosidade dessa emulsão, mais livres estão as partículas de água, que tendem a se aproximar e, por fim, se juntar, provocando a coalescência do sistema (Franzol e Rezende, 2015)

Em condições favoráveis, esse fenômeno pode se intensificar, provocando a quebra das duas fases, o que possibilita distinguir nitidamente a água e o óleo, como demonstrado na figura 8. Ao serem centrifugadas, especialmente em temperaturas elevadas, a movimentação das partículas nas amostras faz com que se aproximem, favorecendo a coalescência e podendo provocar a quebra, o que foi observado no produto A. Esse resultado não é reproduzido nos produtos B e C pois, por apresentarem maior viscosidade, as partículas de água encontram maior dificuldade de se mover na fase oleosa, mesmo em condições favoráveis.

Figura 8 – Demonstração dos fenômenos de coalescência e quebra de emulsões



Fonte: Autor, 2025.

Considerando que se trata de um teste de estabilidade acelerada, esse comportamento não invalida o desempenho do produto em condições recomendadas de uso. No entanto, indica uma possível limitação do sistema emulsificante quando submetido a temperaturas elevadas, condição que deve ser observada a fim de se aplicarem medidas corretivas na formulação.

5.1.2 Testes de aquecimento

No teste de aquecimento, as amostras se mantiveram estáveis, com exceção do produto C, pois as três amostras apresentaram indícios leves de separação de fases, o que constitui um indicativo de uma possível instabilidade físico-química em altas temperaturas. Esse resultado indica que o produto C é mais sensível ao estresse térmico, possivelmente devido à sua natureza de emulsão, na qual o aumento da temperatura pode comprometer o equilíbrio entre as fases por redução da viscosidade.

Figura 9 – Testes de aquecimento

Fonte: Autor, 2025.

5.1.3 Testes de privação de luz

As amostras se mantiveram estáveis após o teste de privação de luz, mantendo cor, aparência e odor inalterados, como mostra a figura 10. Esse resultado indica que os produtos analisados se mantêm conforme o padrão mesmo quando submetidos à condições críticas de armazenamento.

Figura 10 – Testes de privação de luz

Fonte: Autor, 2025.

5.2 Resultados das análises físico-químicas e sensoriais

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais dos produtos A, B e C, formulados com diferentes sistemas conservantes (controle, CMIT/MIT e BIT), avaliados em um período de 60 dias, estão apresentados nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9, considerando os testes em escala laboratorial e industrial. De modo geral, todas as formulações mantiveram estabilidade satisfatória ao longo do período avaliado, sem alterações organolépticas perceptíveis, permanecendo conformes quanto à aparência, cor e odor em todos os tempos de

análise, bem como demonstrando estabilidade nos parâmetros físico-químicos, que sofreram variações relativamente insignificantes.

5.2.1 Testes em escala laboratorial

Os testes em escala laboratorial foram realizados em pequenas amostras de produtos, os quais foram formulados especificamente para a avaliação da estabilidade e armazenados em embalagens semelhantes às comerciais, sem passar pelo processo industrial por completo.

Tabela 4 – Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto A

PRODUTO A					
Amostra	Tempo (dias)	pH	Viscosidade (Cp)	Densidade (g/mL)	Teor de sólidos
Controle	0	7,64	1005,7	0,98	2,75
	10	7,23	726,3	0,99	2,72
	20	7,35	761,3	0,99	2,65
	30	7,27	704,7	1,00	2,60
	40	7,36	607,4	1,00	2,58
	50	7,41	548,2	1,00	2,55
	60	7,47	489,0	1,00	1,86
CMIT/MIT	0	7,37	576,2	0,99	2,70
	10	7,33	607,6	0,99	2,73
	20	7,48	607,8	0,99	2,65
	30	7,41	554,2	1,00	2,53
	40	7,62	579,3	1,00	2,42
	50	7,82	557,3	1,00	2,30
	60	7,95	553,9	1,00	1,99
BIT	0	7,65	879,9	0,99	2,25
	10	7,50	890,2	0,99	2,23
	20	7,70	800,1	0,99	2,26
	30	7,55	858,2	1,00	2,26
	40	7,97	800,5	1,00	2,27
	50	7,98	805,4	1,00	2,26
	60	7,97	810,4	1,00	2,39

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 5 - Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto B

PRODUTO B					
Amostra	Tempo (dias)	pH	Viscosidade (Cp)	Densidade (g/mL)	Teor de sólidos
Controle	0	6,22	132041	0,99	17,10
	10	6,41	161479	1,00	17,01
	20	6,34	154466	1,00	16,95
	30	6,09	149522	1,00	16,90
	40	6,42	135158	1,00	16,88
	50	6,52	137521	1,00	16,84
	60	6,62	145067	1,00	14,64
CMIT/MIT	0	6,29	132459	0,99	16,00
	10	6,36	126245	1,00	16,02
	20	6,34	172729	1,00	16,04
	30	6,23	132459	1,00	16,06
	40	6,50	133181	1,00	16,08
	50	6,63	132620	1,00	16,09
	60	6,75	131429	1,00	16,75
BIT	0	6,43	127727	1,00	16,20
	10	6,51	147891	1,00	16,22
	20	6,42	160851	1,00	16,23
	30	6,43	150114	1,00	16,23
	40	6,63	133314	1,00	16,25
	50	6,79	136157	1,00	16,27
	60	6,92	138999	1,00	16,70

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 6 - Análises físico-químicas em escala laboratorial do produto C

PRODUTO C					
Amostra	Tempo (dias)	pH	Viscosidade (Cp)	Densidade (g/mL)	Teor de sólidos
Controle	0	7,92	131984	0,99	11,30
	10	7,62	123622	1,00	11,28
	20	7,64	131757	1,00	11,28
	30	7,53	129970	1,00	11,26
	40	7,76	123356	1,00	11,20
	50	7,81	115799	1,00	11,23
	60	7,89	118242	1,00	11,18
CMIT/MIT	0	7,82	140802	0,99	10,80
	10	7,68	141049	1,00	10,82

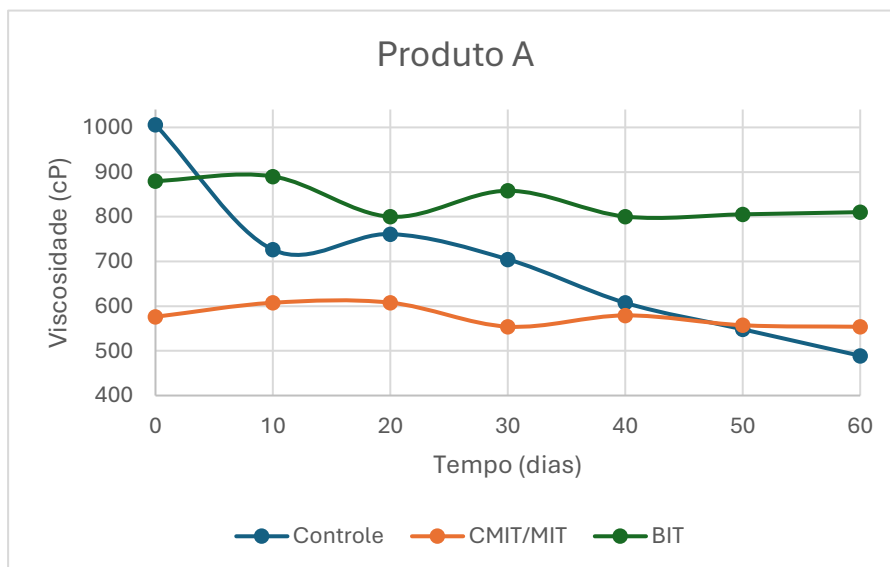
	20	7,78	120705	1,00	10,83
	30	7,74	113474	1,00	10,84
	40	7,92	120563	1,00	10,85
	50	7,96	117831	1,00	10,86
	60	7,94	115099	1,00	11,43
BIT	0	7,91	154675	0,99	11,30
	10	7,69	141721	1,00	11,29
	20	7,67	122995	1,00	11,28
	30	7,37	129399	1,00	11,27
	40	7,93	187932	1,00	11,26
	50	7,94	186160	1,00	11,28
	60	7,99	184388	1,00	11,20

Fonte: Autor, 2025.

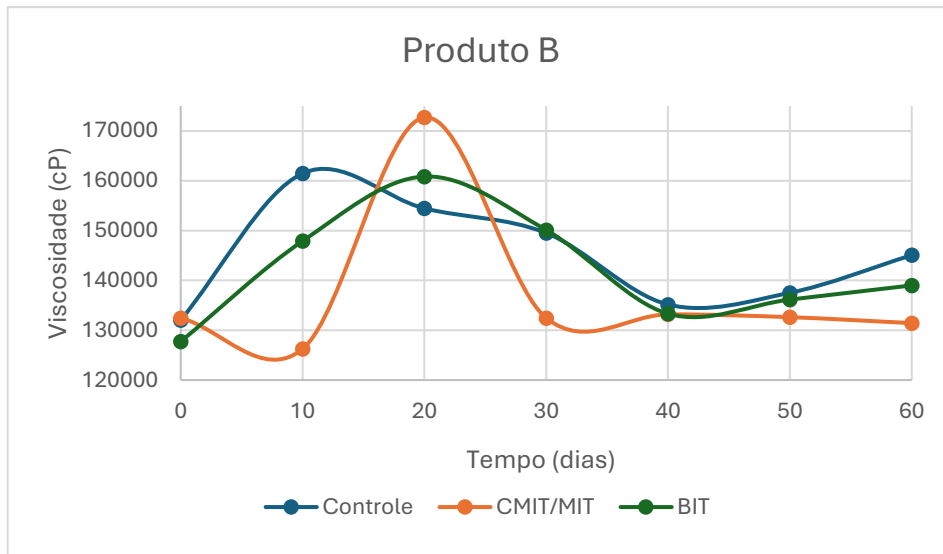
Todos os tratamentos apresentaram resultado positivo nos testes de cor, odor e aparência, exceto pela amostra controle do produto B que, a partir de 50 dias de testes, apresentou coloração amarelada e odor desagradável. Dessa forma, esses resultados foram omitidos na tabela.

A variação da viscosidade das amostras testadas foi representada em gráficos para facilitar a visualização de seu comportamento, uma vez que foi o parâmetro que mais variou durante os testes. Os gráficos do comportamento da viscosidade estão apresentados abaixo.

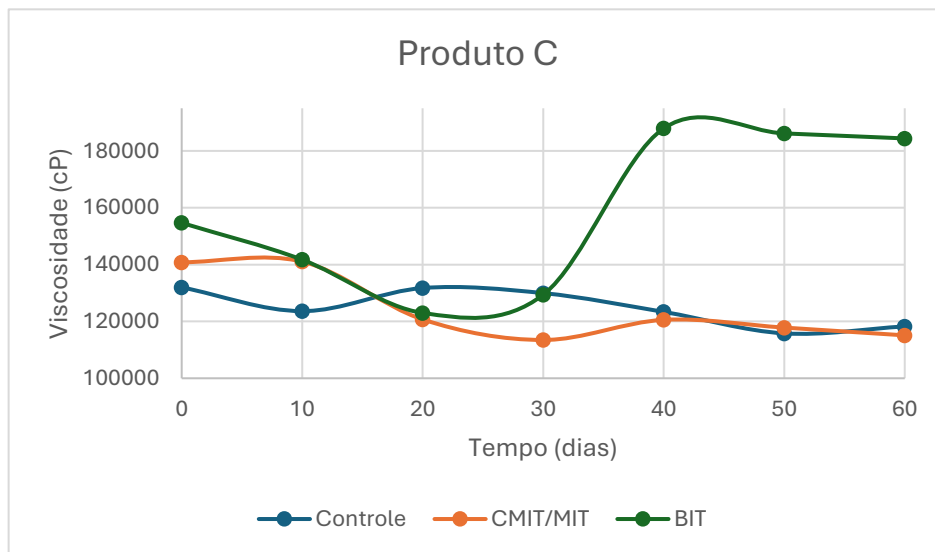
Gráfico 1 - Comportamento da viscosidade do Produto A



Fonte: Autor, 2025

Gráfico 2 - Comportamento da viscosidade do Produto B

Fonte: Autor, 2025

Gráfico 3 - Comportamento da viscosidade do Produto C

Fonte: Autor, 2025

5.2.2 Testes de lotes industriais

De cada produto analisado, foram testados três lotes industriais com o objetivo de avaliar a influência da rota industrial na estabilidade das formulações, considerando todos os processos reais envolvidos em sua fabricação. Dessa forma, para conseguir uma visão precisa, mas também objetiva, dos resultados obtidos, considerou-se as médias obtidas nos ensaios dos três lotes, realizados individualmente em triplicatas, seguindo o mesmo protocolo de análise aplicado para os testes em escala laboratorial. Para os testes em escala industrial, não foram

realizadas análises de controle, uma vez que os produtos comerciais são formulados com conservantes. Os resultados estão apresentados nas tabelas 7, 8 e 9, divididas por produto analisado.

Tabela 7 - Testes de lotes do produto A

PRODUTO A – LOTES INDUSTRIAIS					
Amostra	Tempo (dias)	pH médio	Viscosidade média (cP)	Densidade média (g/mL)	Teor de sólidos médio
CMIT/MIT	0	7,34	2370,3	0,99	2,10
	10	7,32	2360,2	0,99	2,10
	20	7,33	2355,4	0,99	2,10
	30	7,35	2350,4	0,99	2,10
	40	7,36	2345,3	0,99	2,09
	50	7,37	2340,6	0,99	2,09
	60	7,38	2335,3	0,99	2,09
BIT	0	7,36	2380,3	0,99	2,08
	10	7,38	2390,2	1,00	2,08
	20	7,39	2400,8	1,00	2,07
	30	7,40	2405,1	1,00	2,07
	40	7,41	2410,0	1,00	2,07
	50	7,42	2415,3	1,00	2,06
	60	7,43	2420,8	1,00	2,06

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 8 - Testes de lotes do produto B

PRODUTO B – LOTES INDUSTRIAIS					
Amostra	Tempo (dias)	pH médio	Viscosidade média (cP)	Densidade média (g/mL)	Teor de sólidos médio
CMIT/MIT	0	6,67	151651	0,99	16,96
	10	6,65	152140	0,99	16,95
	20	6,64	150980	0,99	16,94
	30	6,66	151320	0,99	16,96
	40	6,65	151870	0,99	16,95
	50	6,68	152410	0,99	16,97
	60	6,67	151990	0,99	16,96
BIT	0	6,62	150210	0,99	16,92
	10	6,60	150840	0,99	16,91
	20	6,59	149560	0,99	16,90

30	6,58	148730	0,99	16,89
40	6,60	149120	0,99	16,90
50	6,61	148640	0,99	16,88
60	6,63	147980	0,99	16,87

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 9 - Testes de lotes do produto C

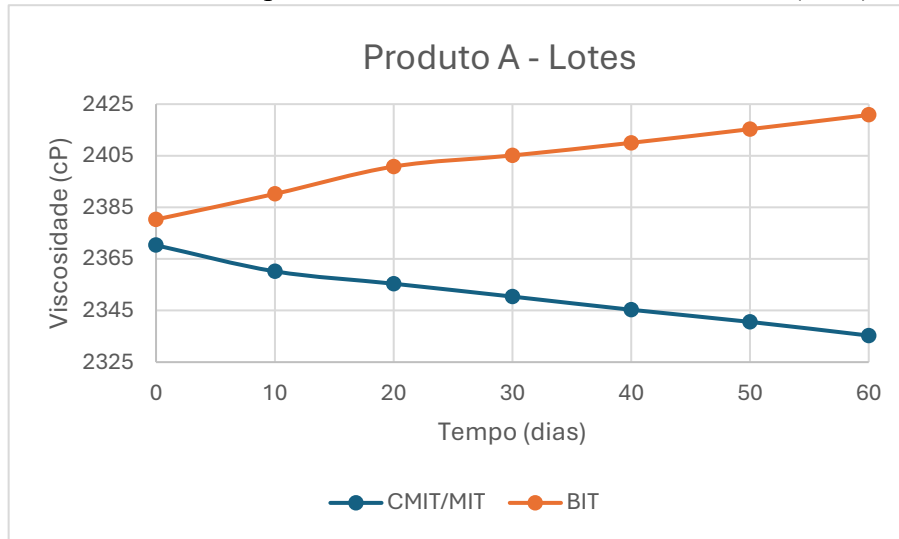
PRODUTO C – LOTES INDUSTRIAIS					
Amostra	Tempo (dias)	pH médio	Viscosidade média (cP)	Densidade média (g/mL)	Teor de sólidos médio
CMIT/MIT	0	7,78	155923	1,00	11,47
	10	7,76	156480	1,00	11,46
	20	7,77	155210	1,00	11,45
	30	7,78	155840	1,00	11,47
	40	7,79	156390	1,00	11,46
	50	7,80	156910	1,00	11,48
	60	7,78	155670	1,00	11,47
BIT	0	7,76	154990	1,00	11,49
	10	7,75	155640	1,00	11,48
	20	7,74	154210	1,00	11,47
	30	7,73	153470	1,00	11,46
	40	7,75	154060	1,00	11,47
	50	7,77	153520	1,00	11,45
	60	7,78	152980	1,00	11,44

Fonte: Autor, 2025.

Os testes de odor, cor e aparência apresentaram resultado conforme para todos os tratamentos durante todo o período de análise sendo, como nos testes laboratoriais, omitidos das tabelas.

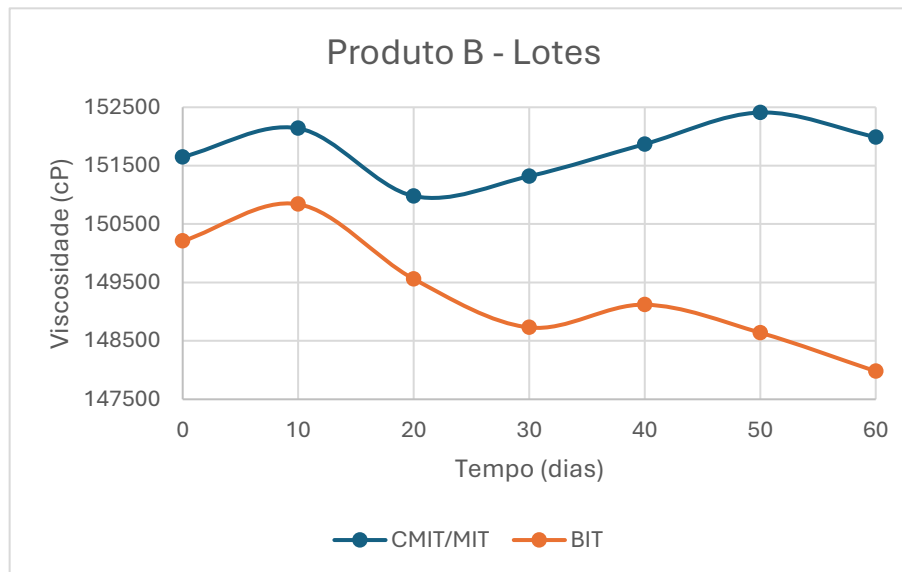
Os gráficos de viscosidade dos testes de lotes industriais estão apresentados abaixo.

Gráfico 4 - Comportamento da viscosidade do Produto A (lotes)

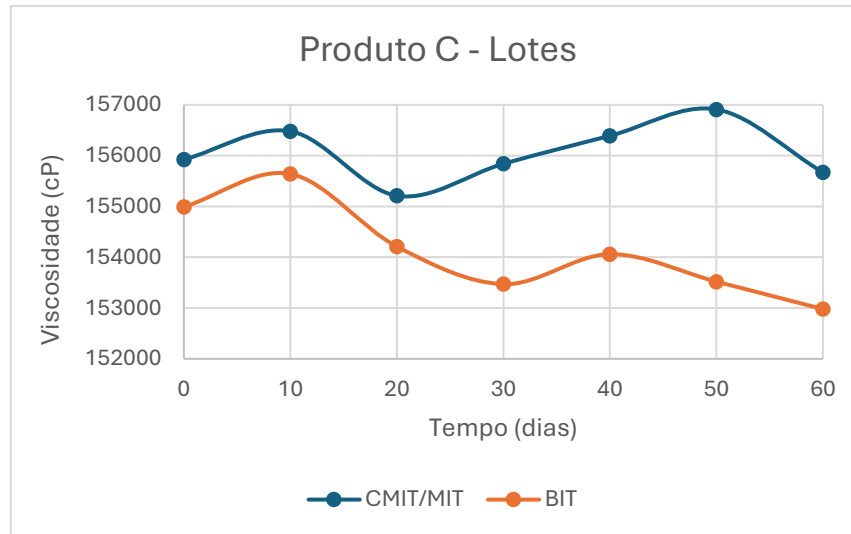


Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 5 - Comportamento da viscosidade do Produto B (lotes)



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 6 - Comportamento da viscosidade do Produto C (lotes)

Fonte: Autor, 2025.

5.2.3 Avaliação do pH ao longo do tempo

Em relação ao pH, observou-se que os três produtos apresentaram variações discretas ao longo do período de análise, mantendo-se dentro de faixas compatíveis com produtos de estética automotiva. Para o Produto A, os valores oscilaram entre aproximadamente 7,2 e 8,0; para o Produto B, entre 6,0 e 6,9; e para o Produto C, entre 7,3 e 8,0, sem diferenças abruptas entre as amostras controle e aquelas contendo conservantes.

Esses resultados mostram que ambos os sistemas conservantes foram compatíveis com a formulação, não sendo capazes de promover reações que comprometam a estabilidade ácido-base da mesma. Essa é uma condição desejável, dado que o desempenho de grande parte dos produtos de estética automotiva está diretamente relacionado ao seu pH. Além disso, esse estudo conseguiu demonstrar a estabilidade da própria formulação, uma vez que a amostra controle foi capaz de se manter em faixas esperadas de pH.

5.2.4 Comportamento da viscosidade

A viscosidade, principal parâmetro técnico de avaliação da estabilidade em produtos automotivos, apresentou comportamento dependente do tempo de armazenamento e do tipo de conservante aplicado. No Produto A, observou-se tendência de redução gradual da viscosidade

ao longo dos 60 dias, sendo mais evidente na amostra controle, enquanto as formulações contendo CMIT/MIT e BIT se mostraram mais capazes de manter a viscosidade inicial. Para o Produto B, as variações de viscosidade foram menos acentuadas, com valores relativamente estáveis ao longo do período, independentemente do sistema conservante. Já no Produto C, observou-se aumento progressivo da viscosidade nas formulações contendo BIT, especialmente a partir de 40 dias, enquanto as amostras de controle e CMIT/MIT apresentaram variações mais moderadas.

A maior redução da viscosidade observada na amostra controle do Produto A era esperada, dada a ausência de sistema conservante e por ser um produto cuja viscosidade é menos elevada mesmo em condições ideais. Além disso, a própria matriz do produto se mostrou menos estável na manutenção da viscosidade, até mesmo nas amostras contendo conservantes, onde demonstrou maior variação nas faixas de viscosidade entre amostras em relação aos produtos B e C.

Por sua vez, o aumento de viscosidade observado nas amostras contendo BIT está provavelmente relacionado à interação do sistema conservante com os demais componentes da formulação, promovendo maior incorporação do sistema ao longo do tempo de armazenamento, sem comprometer as características sensoriais do produto.

A viscosidade de um produto de estética automotiva é um parâmetro crítico no controle de qualidade, uma vez que está diretamente relacionada à qualidade da aplicação, à sensação ao toque e à capacidade de liberação de ativos do produto. Os resultados obtidos demonstram que o BIT foi capaz de manter os valores de viscosidade mais estáveis e elevados em diversos tempos de armazenamento quando comparada às amostras Controle e ao CMIT/MIT, sugerindo que a presença de BIT pode contribuir para uma manutenção mais consistente da estrutura reológica da formulação. Em termos de desempenho do produto, uma melhor manutenção da viscosidade representa maior consistência sensorial, melhor espalhabilidade e maior retenção da sensação desejada pelo usuário, aspectos que são valorizados em produtos automotivos.

5.2.5 Avaliação da densidade e teor de sólidos

Os valores de densidade permaneceram praticamente constantes ao longo de todo o experimento para todos os produtos e sistemas conservantes, com variações mínimas em torno de 1,00 g/mL. Da mesma forma, o teor de sólidos apresentou valores estáveis dentro de cada formulação, não sendo observadas alterações relevantes ao longo do tempo.

A estabilidade da densidade e do teor de sólidos indica que não houve perda de componentes voláteis ou degradação significativa da matriz da formulação, o que condiz com os resultados observados para os demais parâmetros físico-químicos.

Pequenas oscilações pontuais observadas ao final do experimento, especialmente aos 60 dias, podem ser atribuídas a fenômenos de reorganização estrutural da formulação, como rearranjo de fases em sistemas emulsionados ou leve concentração da fase contínua, sem impacto visual ou sensorial. Esses comportamentos são compatíveis com formulações complexas submetidas a ensaios prolongados de estabilidade e não comprometem a integridade global dos produtos avaliados.

5.2.6 Avaliação sensorial (aparência, cor e odor)

A avaliação sensorial é um aspecto essencial da estabilidade de formulações automotivas, pois alterações em características como aparência, cor e odor podem comprometer a aceitabilidade do produto pelo consumidor.

Em geral, para os Produtos A e C, não foram observadas alterações sensoriais significativas ao longo dos 60 dias de experimento. As amostras de controle e aquelas contendo CMIT/MIT e BIT mantiveram conformidade quanto à aparência, cor e odor durante todo o período analisado. No entanto, no Produto B foram detectadas alterações sensoriais relevantes a partir de 50 dias de armazenamento na amostra de controle, que passou a apresentar odor forte de decomposição e alteração de coloração, que se tornou amarelada/acinzentada. Embora os parâmetros físico-químicos não tenham indicado instabilidade relevante, essas mudanças sensoriais apontam para degradação perceptível da formulação controle, passível de rejeição pelo consumidor. Contudo, alterações como essa reforçam a importância dos conservantes no desempenho e estética de uma formulação e demonstram instabilidade significativa na própria matriz do Produto B.

Alterações como odor desagradável e mudança de cor são indícios práticos de processos indesejáveis, como degradação de componentes voláteis ou formação de compostos aromáticos de mau cheiro, que podem ocorrer devido à ação microbiana ou oxidativa, sobretudo na ausência de conservantes eficazes.

Esses resultados demonstram a importância de incluir análises sensoriais em protocolos de estabilidade, uma vez que carregam informações que podem não ser detectadas em testes físico-químicos.

5.3 Comparação entre os conservantes

A partir dos dados experimentais obtidos, pôde-se observar que os sistemas conservantes estudados exerceram influência razoavelmente distinta sobre o comportamento físico-químico das formulações ao longo dos 60 dias de experimento. Embora ambos os conservantes tenham mantido parâmetros como pH, densidade e teor de sólidos dentro de faixas estáveis e compatíveis com a formulação original, foi na avaliação da viscosidade que se delineou a diferença mais expressiva entre os dois sistemas.

Considerando que a viscosidade é um parâmetro crítico na estabilidade de produtos automotivos, esses resultados são indicativos do potencial de CMIT/MIT e BIT na manutenção do desempenho desses produtos. Nesse aspecto, as amostras contendo BIT demonstraram maior capacidade de manter a viscosidade próxima aos valores iniciais, exibindo variações menos acentuadas ao longo do tempo em comparação às formulações com CMIT/MIT, que apresentaram oscilações mais amplas em alguns produtos. Essa estabilidade reológica mais consistente observada com BIT indica uma menor interferência do conservante na matriz da formulação, resultando em maior manutenção da integridade físico-química durante o armazenamento, um aspecto desejável em formulações cujo desempenho está diretamente relacionado à viscosidade.

Em relação à avaliação sensorial, ambos os conservantes se mostraram efetivos na preservação de odor, cor e aparência, especialmente quando comparados às amostras de controle que, no Produto B, apresentaram odor desagradável e mudança de coloração, indicando degradação sensorial a partir de 50 dias de experimento.

Além dos parâmetros avaliados em condições de armazenamento, os ensaios de estabilidade acelerada evidenciaram diferenças importantes no comportamento das formulações quando submetidos a estresses físicos. No teste de centrifugação, o Produto A apresentou separação parcial de fases, com formação visível de uma camada oleosa, enquanto os demais produtos permaneceram estáveis. Esse resultado é coerente com a natureza do Produto A, uma emulsão água-óleo de baixa viscosidade, na qual a menor resistência cinética do sistema favorece a mobilidade das partículas de óleo, levando à coalescência sob ação da força centrífuga. A formação dessa camada oleosa indica um processo inicial de desestabilização da emulsão, ainda que não completa, reforçando a maior suscetibilidade de sistemas de menor viscosidade à separação de fases em ensaios acelerados.

Por sua vez, o Produto C apresentou instabilidade no teste de aquecimento, com indícios de separação de fases após a exposição contínua à temperatura elevada por um período

prolongado de cinco dias. Apesar de se tratar de uma emulsão de alta viscosidade, característica que normalmente confere maior estabilidade cinética ao sistema, o aquecimento prolongado favoreceu a redução da viscosidade efetiva da fase contínua e o aumento da mobilidade das gotículas dispersas.

Esse efeito térmico pode ter comprometido a estrutura da emulsão, facilitando a coalescência gradual das gotículas e resultando na separação parcial das fases. Assim, a instabilidade observada no Produto C sugere que, mesmo em emulsões de alta viscosidade, a exposição prolongada ao calor pode transpor as barreiras cinéticas de estabilização do sistema, evidenciando a sensibilidade da formulação ao estresse térmico prolongado.

Uma possível explicação para as diferenças observadas entre os conservantes testados relaciona-se à própria estrutura molecular do CMIT/MIT, que contém um átomo de cloro ligado ao grupamento isotiazolinona. Compostos orgânicos que contêm átomos de cloro em posições reativas tendem a apresentar maior reatividade química devido ao efeito indutivo eletronegativo do cloro, o que pode aumentar a suscetibilidade da molécula a ataques nucleofílicos, reações de oxidação ou abertura de anel sob certas condições de armazenamento, especialmente em sistemas complexos como formulações aquosas com surfactantes e polímeros presentes.

Estudos de química orgânica mostram que a presença de cloro pode intensificar a reatividade eletrofílica da molécula e afetar sua estabilidade em meios que favoreçam reações de substituição ou decomposição, o que pode levar a degradação mais rápida ou formação de produtos secundários comparado a estruturas sem cloro, como é o caso do BIT (Bruice, 2016)

Do ponto de vista experimental, essas diferenças nas estruturas moleculares podem ter contribuído para as variações de viscosidade mais pronunciadas nas formulações com CMIT/MIT em comparação àquelas contendo BIT, uma vez que reações secundárias envolvendo a molécula podem interferir na estabilidade da formulação ou em sua interação com o sistema conservante. A estabilidade físico-química mais consistente apresentada pelo BIT ao longo do tempo sugere que a ausência de um substituinte clorado pode reduzir a probabilidade de reatividade indesejada sob as condições de armazenamento avaliadas, resultando em uma menor influência sobre propriedades sensíveis como viscosidade e pH. Essa interpretação está de acordo com descrições de nucleofilicidade e instabilidade de conservantes clorados em ambientes reativos, podendo ser um fator adicional para explicar as diferenças experimentais entre os sistemas conservantes estudados (Małosza; Fedoryński, 2023). Além disso, a presença de cloro na molécula de CMIT/MIT está associada a um potencial de sensibilização cutânea mais elevado em comparação com compostos não clorados, sendo o CMIT especificamente

identificado como um potente agente sensibilizante, característica indesejada em quaisquer produtos onde possa haver contato direto com o usuário.

Além dos aspectos técnicos, a escolha do sistema conservante também envolve considerações econômicas e regulatórias. Do ponto de vista estritamente econômico, o sistema conservante CMIT/MIT apresenta melhor custo-benefício. Tomando o produto A como exemplo, para 2000L de produto são necessários 500g de CMIT/MIT, o que resulta num custo de R\$ 11,50 por formulação. O BIT, por sua vez, atinge R\$ 24,60 para o mesmo volume. Isso representa um aumento de aproximadamente 114% no custo quando se opta pelo BIT. Em termos unitários, o custo por litro passa de R\$ 0,0058/L de CMIT/MIT para R\$ 0,0123/L de BIT, evidenciando que, ainda que o BIT possa oferecer vantagens regulatórias e toxicológicas, ele implica um impacto econômico significativamente maior na formulação. No entanto, sua maior estabilidade físico-química pode reduzir custos indiretos associados a ajustes de formulação, retrabalho, perdas por instabilidade e reprovação em testes de qualidade. Isso torna o BIT um conservante ideal para emulsões que apresentam perda de estabilidade em pouco tempo de formulação. Adicionalmente, o BIT apresenta maior adequação regulatória, com menos restrições de uso e menor potencial de sensibilização cutânea, enquanto o CMIT/MIT, especialmente o CMIT, é amplamente reconhecido como um potente agente sensibilizante. Essa característica representa uma desvantagem significativa do ponto de vista regulatório e de segurança, sobretudo em produtos que possam entrar em contato direto com o usuário.

Dessa forma, a capacidade demonstrada pelo BIT de manter propriedades físico-químicas críticas sem gerar alterações indesejáveis em parâmetros sensoriais, aliada à sua maior adequação regulatória, já apresentada anteriormente, destaca-o como uma opção experimentalmente vantajosa no conjunto de resultados obtidos. Esses resultados sugerem que, dentre os sistemas avaliados, o BIT foi capaz de proporcionar uma estabilidade físico-química global mais uniforme ao longo do tempo, especialmente no que diz respeito à viscosidade, corroborando sua adequação para formulações que exigem consistência duradoura sem perda significativa de desempenho ao longo de sua vida útil.

A tabela 10 sintetiza a análise comparativa entre os dois conservantes, considerando custos de produção, eficácia, entre outros fatores determinantes para a escolha desse componente.

Tabela 10 - Comparação entre CMIT/MIT e BIT

COMPARAÇÃO ENTRE CMIT/MIT E BIT		
Critério	CMIT/MIT	BIT

Estabilidade de viscosidade	Moderada, com oscilações	Alta, variações discretas
Sensibilidade a estresses físicos	Maior	Menor
Interferência na matriz da formulação	Mais pronunciada	Menor
Potencial de sensibilização cutânea	Alto, associado a muitos casos de sensibilização	Reduzido
Conformidade regulatória	Mais restritiva	Mais ampla
Custo global de aplicação	Menor custo direto, maior custo indireto	Maior custo direto, menor custo indireto

Fonte: Autor, 2025.

Em resumo, os resultados obtidos neste estudo indicam que, apesar de ambos os conservantes testados terem sido eficazes na manutenção dos parâmetros de estabilidade físico-química e sensorial das formulações, algumas diferenças relevantes foram observadas quanto à interação com a matriz das formulações, à resposta às condições de estresse e ao perfil de segurança e conformidade regulatória.

As formulações contendo BIT apresentaram comportamento mais estável na manutenção da viscosidade dos produtos ao longo do período de testes, além de menor sensibilidade a condições de estresse decorrentes do armazenamento e dos testes acelerados, indicando uma interação mais favorável com os componentes da matriz. Em contraponto, a instabilidade observada nas amostras com CMIT/MIT sugere uma maior interferência do conservante na matriz das formulações, possivelmente associada ao caráter mais reativo da molécula.

Esses resultados, aliados às considerações toxicológicas, ambientais e regulatórias discutidas, reforçam que a avaliação de um sistema conservante não deve se limitar à sua eficácia microbiológica, mas considerar também sua influência sobre a estabilidade do produto e sua viabilidade industrial. Dessa forma, os dados apresentados nesta seção apontam que o BIT é uma opção mais adequada de acordo com os critérios analisados, estabelecendo uma base técnica consistente para a recomendação de sua aplicação em formulações de estética automotiva.

6 CONCLUSÃO

A eficácia de um conservante em formulações automotivas não pode ser avaliada apenas pela sua capacidade de manter a estabilidade físico-química e sensorial ao longo do tempo, mas também deve considerar aspectos industriais relevantes, como custo-benefício, conformidade regulatória, toxicidade e impactos ambientais. Esses fatores são determinantes na escolha de um sistema conservante durante o desenvolvimento de produtos, sobretudo em um contexto de produção em larga escala e de exigências regulatórias cada vez mais rigorosas.

Os testes de estabilidade físico-química e sensorial realizados neste estudo permitiram avaliar de maneira precisa e reprodutível a compatibilidade dos sistemas conservantes com as formulações testadas. Na indústria de estética automotiva, escolher o protocolo de estabilidade adequado significa garantir que o produto desenvolvido seja capaz de manter sua qualidade e desempenho por todo o prazo de validade, etapa na qual os conservantes são componentes críticos.

A partir dos testes de estabilidade conduzidos neste estudo, foi possível avaliar a substituição de um conservante tradicionalmente utilizado, porém com alto potencial sensibilizante e elevado grau de persistência ambiental (CMIT/MIT), por outro com menor impacto ambiental e perfil toxicológico mais favorável (BIT). Os resultados obtidos demonstraram que o BIT foi capaz de manter as características físico-químicas e sensoriais das formulações por um período aceitável, apresentando, em algumas das amostras, desempenho igual ou superior ao observado para o CMIT/MIT. Este último, apesar de eficiente e mais barato, apresenta diversos riscos à saúde do usuário e seus resíduos podem ser tóxicos para a natureza, o que torna sua utilização mais limitada, especialmente em mercados com regulamentações exigentes.

Dessa forma, o presente estudo permitiu garantir que o BIT é um conservante eficaz em concentrações aproximadas às de CMIT/MIT, com custo-benefício adequado, maior conformidade regulatória em diferentes mercados e ampla aplicabilidade, sem comprometer a estabilidade físico-química das formulações. Além disso, o uso do BIT contribui para a adequação das indústrias automotivas aos princípios de sustentabilidade, os quais têm sido cada vez mais incentivados no atual cenário de desenvolvimento de produtos e de responsabilidade ambiental.

Com isso, conclui-se que as vantagens do uso de BIT em substituição ao CMIT/MIT se sobressaem às eventuais desvantagens, tornando-o uma opção recomendada para indústrias que buscam a valorização da sustentabilidade, adequação regulatória ampliada e maior segurança

de uso.

Contudo, novos estudos devem ser realizados com o objetivo de garantir a compatibilidade do BIT com as demais formulações automotivas. Além disso, testes de estabilidade em tempo real devem ser conduzidos nas amostras já testadas neste trabalho para determinar o prazo de validade de formulações contendo BIT.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTRALIAN INDUSTRIAL CHEMICALS INTRODUCTION SCHEME. *1,2-Benzisothiazolinone preservatives: Environment tier II assessment*. 2020. Disponível em: <https://www.nicnas.gov.au/disabled20200701/chemical-information/imap-assessments/imap-assessments/tier-ii-environment-assessments/ben>. Acesso em: 5 jan. 2026.

BRUCE, P. Y. *Organic chemistry*. 7. ed. Boston: Pearson, 2016.

CHATTERJEE, N. et al. Critical window of exposure of CMIT/MIT with respect to developmental effects on zebrafish embryos. *Environmental Pollution*, v. 268, p. 115784, 2021. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115784.

CHEN, T.; CHANG, H. Deciphering trends in replacing preservatives in cosmetics intended for infants and sensitive population. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-69624-9.

EBRAHIM, A.; DEVORE, K.; FISCHER, T. Limitations of accelerated stability model based on the Arrhenius equation for shelf life estimation of in vitro diagnostic products. *Clinical Chemistry*, v. 67, n. 4, p. 684–688, 2021. DOI: 10.1093/clinchem/hvaa282.

ECHA. *Cosmetic products regulation: Annex V – allowed preservatives*. 2024. Disponível em: <https://echa.europa.eu/es/cosmetics-preservatives>. Acesso em: 5 jan. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. *REACH regulation*. [s.d.].

EUROPEAN COMMISSION. *Chemicals strategy for sustainability towards a toxic-free environment*. 2020.

FILIM CHEMICAL. *Benzisothiazolinone (BIT): material safety data sheet*. [s.d.]. Disponível em: <https://www.filim-chemical.com/knowledge/information/benzisothiazolinone-bit-msds.html>. Acesso em: 5 jan. 2026.

FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não iônico. *Polímeros*, v. 25, p. 1–9, 2015. DOI: 10.1590/0104-1428.1669.

GRAND VIEW RESEARCH. *Car care products market size*. [s.d.]. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com>. Acesso em: 8 jul. 2025.

HALLA, N. et al. Cosmetics preservation: a review on present strategies. *Molecules*, v. 23, n. 7, 2018. DOI: 10.3390/molecules23071571.

HUH, Y. et al. Effect of cosmetics use on the in vitro skin absorption of a biocide, 1,2-benzisothiazolin-3-one. *Toxics*, v. 10, n. 3, 2022. DOI: 10.3390/toxics10030108.

JO, S. J. et al. Benzisothiazolinone: pharmacokinetics, tissue distribution, and mass balance studies in rats. *Metabolites*, v. 13, n. 5, 2023. DOI: 10.3390/metabo13050584.

- KERDUDO, A. et al. Development of a natural ingredient and natural preservative: a case study. *Comptes Rendus Chimie*, v. 19, n. 9, p. 1077–1089, 2016. DOI: 10.1016/j.crci.2016.06.004.
- KIM, D. et al. Functional and dynamic mitochondrial damage by CMIT/MIT mixture. *Toxicology Letters*, v. 366, p. 45–57, 2022. DOI: 10.1016/j.toxlet.2022.06.010.
- KIM, M. K. et al. Risk assessment of CMIT/MIT used as a preservative in cosmetics. *Toxicological Research*, v. 35, n. 2, p. 103–117, 2019. DOI: 10.5487/TR.2019.35.2.103.
- KIRKBRIDE, L. et al. Designing a suitable stability protocol in the face of a changing retail landscape. *Cosmetics*, v. 8, n. 3, 2021. DOI: 10.3390/cosmetics8030064.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (BRASIL). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2010.
- SHIN, S. et al. Properties, micellization, and emulsification performance of a new non-toxic cosmetic preservative. *Colloids and Surfaces A*, v. 721, p. 137237, 2025. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2025.137237.
- SILVA, V. et al. Isothiazolinone biocides: chemistry, biological, and toxicity profiles. *Molecules*, v. 25, n. 4, 2020. DOI: 10.3390/molecules25040991.
- SPECIALCHEM. *The ultimate guide to cosmetic preservative selection*. 2025. Disponível em: <https://www.specialchem.com>. Acesso em: 5 jan. 2026.
- VARGAS ZÚÑIGA, R.; REDONDO, G. M. Effect of preservative in the physicochemical stability of cosmetic products based on natural resources from Costa Rican flora. *Scholars Academic Journal of Pharmacy*, v. 4, n. 4, p. 258–264, 2015.

**ANEXO A – BIT NA LISTA DE CONSERVANTES PERMITIDOS EM SANEANTES
NO BRASIL**

Nº	NOME QUÍMICO	NÚMERO CAS	CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA (% p/p)
1	1,2-Benzo-Isotiazolinona (BIT)	2634-33-5	0,05 para produtos de venda livre; e 0,10 apenas para produtos de uso profissional ou de venda restrita a empresa especializada.
2	1-Fenoxi -2-Propanol	770-35-4	0,50
3	2,4 Dicloro Benzil Álcool	1777-82-8	0,15
4	2-Benzil 4-Clorofenol	120-32-1	0,20
5	2-Fenoxietanol	122-99-6	1,00
6	3,4,4' Triclorocarbanilida	101-20-2	0,20
7	4,4-Dimetil-1,3-Oxazolidina	51200-87-4	0,10
8	7-Etil Biciclo Oxazolidina	7747-35-5	0,30
9	Ácido 4-hidroxibenzóico, seus sais e ésteres (PARABEN salts and esters)	99-76-3 / 120-47-8 / 94-13-3 / 94-26-8	0,40 (expresso como ácido) individual para 1 éster; e 0,80 (expresso como ácido) para mistura dos sais ou ésteres
10	Ácido Sórbico / Sorbato de Potássio	110-44-1	0,60
11	Álcool Benzílico	100-51-6	1,00
12	Benzoato de Sódio	532-32-1	1,00
13	Bromo-2 Nitro-2 Propanodiol	52-51-7	0,10
14		39403-41-3 / 68424-85-	0,10

Fonte: RDC Nº 30, DE 4 DE JULHO DE 2011

**ANEXO B – CMIT/MIT NA LISTA DE CONSERVANTES PERMITIDOS EM
SANEANTES NO BRASIL**

35	Mistura de 5-cloro-2-metil-4-isotiazolina-3-ona e 2-metil-4-isotiazolina-3-ona com cloreto de magnésio e nitrato de magnésio (3:1)	METHYLCHLOROISO THIAZOLINONE e METHYLISOTHIAZOLINONE	26172-55-4/ 2682-20-4 / 55965-84-9	0,0015% (de uma mistura em proporções 3:1 de 5-Chloro-2-methylisothiazol-3(2H)-one e 2-Methylisothiazol-3(2H)-one) em produtos que se enxáguem.	-Proibido em produtos que não se enxáguem (incluindo os lenços umedecidos). -A utilização da mistura de methylchloroisothiazolinone e methylisothiazolinone é incompatível com a utilização de methylisothiazolinone e sozinha em um mesmo produto.
36	Excluído				
37	Excluído				
38	Bis-(p-clorofenildiguanida)-1,6-hexano e seus acetato, gluconato e cloridrato	CHLORHEXIDINE/ CHLORHEXIDINE DIACETATE/ CHLORHEXIDINE DIGLUCONATE/ CHLORHEXIDINE DIHYDROCHLORIDE	55-56-1/ 56-95-1/ 18472-51-0/ 3697-42-5	0,3% (expresso como clorexidina)	
39	1-Fenoxi-2-propanol (*)	PHENOXYISOPROPANOL	770-35-4	1,0%	Proibido em produtos que não se enxáguem.
40	4,4-Dimetil-1,3-oxazolidina	DIMETHYL OXAZOLIDINE	51200-87-4	0,1%	Proibido em produtos com pH igual ou inferior a 6.
41	N-(hidroximetil)-N-(dihidroximetil-1,3-dioxo-2,5-imidazolidinil-4)-N'(hidroximetil)urea	DIAZOLIDINYL UREA	78491-02-8	0,5%	

Fonte: RDC Nº 528, DE 4 DE AGOSTO DE 2021