



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

RAFAEL ELIAS MEDEIROS PATRÍCIO

ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA INDÚSTRIA
DE PRODUTOS AUTOMOTIVOS

FORTALEZA – CEARÁ

2021

RAFAEL ELIAS MEDEIROS PATRÍCIO

**ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA INDÚSTRIA
DE PRODUTOS AUTOMOTIVOS**

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 para
obtenção do Título de Bacharel em Química
com Habilitação Industrial.

Orientador Pedagógico: Maria das Graças
Gomes

Orientador Profissional: Saulo Carneiro
Lisboa Magalhães

FORTALEZA – CEARÁ

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P341a Patrício, Rafael Elias Medeiros.
Análise de parâmetros físico-químicos na indústria de produtos automotivos / Rafael Elias Medeiros
Patrício. – 2021.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Química, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Maria das Graças Gomes.

1. Produtos automotivos. 2. Controle de qualidade. 3. Padrão de qualidade. 4. Matérias-primas. I. Título.
CDD 540

RAFAEL ELIAS MEDEIROS PATRÍCIO

**ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA INDÚSTRIA
DE PRODUTOS AUTOMOTIVOS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Química com Habilitação Industrial.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maria das Graças Gomes (Orientador pedagógico)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. LD. Francisco Belmino Romero (Examinador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Saulo Carneiro Lisboa Magalhães (Orientador profissional)

Orientador Profissional (EVC Industrial)

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e manter minha segurança nessa árdua e longa jornada, me mostrando que mesmo nas dificuldades é possível encontrar motivos para sorrir, e mostrar solução quando tudo parece nebuloso. Que nas próximas etapas da minha vida Ele possa me abençoar e guiar com sua graça e sabedoria.

Aos meus pais, Luis Carlos de Meneses Patrício e Magna Maria Medeiros Patrício que me deram amor e carinho, acreditando em mim e me dando apoio para estudar e seguir no aprendizado.

Ao meu irmão, Raul Levi Medeiros Patrício, por estar comigo, sendo um companheiro e compartilhando risadas e momentos de aprendizado, mesmo com tantas diferenças.

À minha orientadora pedagógica, Maria das Graças Gomes, primeiramente pela paciência de lidar comigo durante todo o processo e por me dar a oportunidade de aprender cada vez mais com sua pessoa.

Aos meus amigos, por estarem comigo em todas as ocasiões durante a minha vida, que sempre lutaram e batalharam tanto quanto eu e que um dia eu possa sorrir com eles pelas suas conquistas da mesma forma que hoje eles sorriem pelas minhas.

Em especial ao Saulo Carneiro Lisboa Magalhães, por não ser só um amigo, mas ser o orientador, que me auxiliou tanto no ambiente industrial e me guiou para que eu pudesse enfrentar as dificuldades que me eram apresentadas.

“Why do we Fall?

So, we can learn to pick ourselves back up.”

Christopher Nolan

RESUMO

A grande quantidade de produtos, dos mais variados tipos e funcionalidades evidenciam a capacidade da indústria automotiva de se reinventar e produzir cada vez mais mantendo o seu padrão de qualidade. É, portanto, neste ambiente, que se tem a necessidade cada vez maior de se controlar processos e analisar produtos. As análises de viscosidade, densidade, coloração, odor e teor de princípio ativo são alguns dos métodos desenvolvidos em escala industrial, permitindo manter um padrão de qualidade aceitável para os produtos. O presente trabalho teve como objetivo analisar e discutir os métodos de análise numa indústria para produtos car care, que especializou-se em diversos produtos para o cuidado externo e interno de veículos. Desta maneira, a partir do estudo da viscosidade, densidade, coloração, odor e análise de teor de princípios ativos, verificou-se se os produtos feitos estavam em conformidade com os padrões físico-químicos previamente estabelecidos pelo Controle de Qualidade industrial. Ainda, observou-se que os produtos estavam todos dentro da conformidade, contudo, as variações encontradas podem estar relacionadas com a modificação da qualidade das matérias-primas adquiridas pela indústria. Por fim, foi possível manter o controle dos dos diferentes lotes de produtos, estudando e identificando possíveis interferentes no processo e garantindo o padrão de qualidade aceitável da empresa, para que ao final da cadeia produtiva, seja possível garantir que o consumidor final esteja adquirindo um produto de qualidade e que atende às suas expectativas de funcionalidade.

Palavras-chave: produtos automotivos, controle de qualidade, padrão de qualidade, matérias-primas.

ABSTRACT

The vast amount of products, of the most varied types and functionalities, show the automotive industry capacity to reinvent itself and produce more and more maintaining its quality standard. It is, therefore, in this environment, that there is an increasing need to control processes and analyze products. The analysis of viscosity, density, color, odor and percentual of active ingredient are just some of the several methods developed on an industrial scale, allowing to maintain an acceptable quality standard for the products. The present work aimed to analyze and discuss the methods of analysis in an industry for car care products, which specializes in several products for the external and internal care of vehicles. Thus, from the study of viscosity, density, color, odor and content analysis of active ingredients, it was verified whether the products made were in compliance with the physical-chemical standards previously established by the Industrial Quality Control. Still, it was observed that the products were all in compliance, however, the variations found may be related to the modification of the quality of the raw materials acquired by the industry. Finally, it was possible to keep track of the different batches of products, studying and identifying possible interferences in the process and guaranteeing the acceptable quality standard of the company, so that at the end of the production chain, it is possible to guarantee that the final consumer is purchasing a product. quality product and that meets your functionality expectations.

Keywords: automotive products, quality control, quality standard, raw materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Variação da tensão de cisalhamento com a taxa de deformação para fluidos não newtonianos e newtonianos.....	20
Figura 02 – Comportamento de um fluido sob escoamento laminar entre duas placas paralelas, quando a superior se move com velocidade constante.....	21
Figura 03 – O fenômeno da coalescência.....	24
Figura 04 – Escala de pH.....	25
Figura 05 – Diferença entre as massas específicas de diversos produtos.....	27
Figura 06 – pHmetro utilizado nas leituras.....	36
Figura 07 – Picnômetros usados no laboratório.....	37
Figura 08 – Viscosímetro rotativo.....	38
Figura 09 – Determinador de Umidade.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Propriedades Físico-Químicas do Desengraxante Alcalino.....	15
Tabela 02 – Propriedades Físico-Químicas do Condicionador de Couros.....	16
Tabela 03 – Propriedades Físico-Químicas dos Polidores.....	17
Tabela 04 – Propriedades Físico-Químicas do Sanitizante.....	18
Tabela 05 – Lotes do Desengraxante Alcalino de 2020 com suas características.....	40
Tabela 06 – Lotes do Desengraxante Alcalino de 2021 com suas características.....	40
Tabela 07 – Lotes do Condicionador de Couros de 2020 com suas características.....	42
Tabela 08 – Lotes do Condicionador de Couros de 2021 com suas características.....	42
Tabela 09 – Lotes dos Polidores de 2020 com suas características.....	44
Tabela 10 – Lotes dos Polidores de 2021 com suas características.....	44
Tabela 11 – Lotes do Sanitizante de 2020 com suas características.....	46
Tabela 12 – Lotes do Sanitizante de 2021 com suas características.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivos Gerais.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Descrição dos Produtos.....	15
3.2 Parâmetros de Análises.....	19
3.2.1 Viscosidade.....	22
3.2.2 Importância da viscosidade para a indústria de produtos automotivos.....	24
3.2.3 Concentração Hidrogeniônica (pH).....	26
3.2.4 Importância do pH para indústria.....	26
3.2.5 Massa Específica.....	28
3.2.6 A importância da densidade para a indústria.....	29
3.2.7 Gravimetria e Teor de Umidade.....	30
3.2.8 A importância da análise gravimétrica para a indústria.....	34
3.2.9 Permanganimetria – Análise Princípio Ativo.....	34
4 METODOLOGIA.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
6 CONCLUSÃO.....	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão das cidades, melhoria de acesso a diversos serviços no geral, incluindo maior locomoção cada vez mais observa-se uma maior quantidade de automóveis em circulação, bem como a procura por adquirir veículos de novos modelos e utilidades, que também foi afetada por essa expansão.

No Brasil, o crescimento da indústria automotiva impulsionou os setores especializados no tratamento e embelezamento de veículos. Estes setores veem nesse crescimento uma forma de estimular o mercado e, desta maneira, cada vez mais procura-se por indústrias químicas para que possam desenvolver melhores formulações e produtos que consigam impactar positivamente os consumidores e facilitar o trabalho de *detailers* deste setor (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2019).

O nome *car care* remete à estética automotiva, compreendendo a utilização de técnicas de tratamento veicular em suas partes internas e externas, tais como chassis, pneus, painéis, bancos, pinturas, entre outros. A estética automotiva tem como objetivo além do embelezamento das partes gerais do veículo, a sua proteção.

Existem diversos produtos empregados na indústria *car care*. São alguns deles: desengraxantes, ceras, vernizes, vitrificadores, entre outros. Eles, num quesito geral, possuem o mesmo intuito: fornecer limpeza, brilho e aumento da durabilidade de superfícies automotivas.

Cada produto atua de forma diferente e, assim, realizou-se um estudo geral das análises e dos processos utilizados na indústria *car care*. Os desengraxantes atuam na remoção das sujidades orgânicas e parte das sujidades inorgânicas, promovendo uma limpeza eficiente e bastante agressiva da superfície veicular. As ceras são compostos aplicados na pintura para dar brilho à mesma, garantindo maior durabilidade e valorização do veículo.

O primeiro capítulo deste trabalho expõe a sua fundamentação teórica, baseado nos principais métodos de análises utilizados em um laboratório de controle de qualidade industrial. Ainda, explicita-se as principais características de desengraxantes, condicionador de couros, polidores e limpadores utilizados na indústria *car care*.

O segundo capítulo aborda a metodologia utilizada no trabalho, explicando como foram feitas as medições e quais parâmetros físicos e químicos são utilizados para a liberação por parte do setor de qualidade em uma indústria para produtos de embelezamento automotivo.

Por fim, o terceiro capítulo aborda os resultados obtidos no trabalho, evidenciando o resultado de amostras de alguns lotes industriais e como o setor de qualidade é responsável por garantir que todos os lotes tenham o máximo possível de replicabilidade, mantendo sempre um

alto padrão de produtos.

O local onde foram realizados os estudos foi a Vonixx Indústria e Comércio de Polidores, uma empresa especializada na indústria *car care*, localizada no bairro Paupina, em Fortaleza – Ceará.

2 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Apresentar e discutir o controle de qualidade de produtos da indústria de care car

1.2 Objetivos Específicos

Análise dos produtos desengraxante alcalino, condicionador de couros, polidores e sanitizante;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A indústria onde foi feito o estágio é especializada em *car care*, ou seja, desenvolve produtos para cuidados com o exterior e com o interior de veículos. Uma das especialidades da empresa é a produção de ceras, em foco as que apresentam carnaúba na sua formulação. Buscando abranger de forma ampla os parâmetros de análise utilizados na empresa, foram selecionados alguns produtos a serem discutidos neste trabalho.

3.1 Descrição dos Produtos

Desengraxante alcalino

O desengraxante alcalino é um produto desenvolvido para ser utilizado na limpeza de chassis. Sua formulação à base de soda cáustica permite remover sujeiras pesadas como óleo, lama, matéria orgânica de chassis, carrocerias de ferro.

A grande quantidade de sujeiras que o desengraxante alcalino pode remover, bem como sua aplicabilidade, o torna um produto vantajoso em comparação aos outros semelhantes.

As propriedades físicas do produto, juntamente com os parâmetros de análise e as faixas estão descritas na Tabela 01.

Tabela 01 – Propriedades Físico-Químicas do Desengraxante Alcalino

Aspecto	Líquido Viscoso
Viscosidade	20.000 a 30.000 cPs
pH	12,5 a 14
Cor	Rosa
Densidade (a 25°C)	1,09 a 1,11 g/cm ³
Odor	Característico
Solubilidade em água	Solúvel

Fonte: Autor, 2021

A análise do desengraxante alcalino leva em consideração o seu aspecto (para verificar se o produto se encontra com aparência adequada e sem grumos provenientes do espessante. Ainda, é realiza-se a medição da viscosidade, da densidade e do pH, para garantir que todas

as matérias-primas foram corretamente utilizadas e cor para atestar que o produto está com os parâmetros estéticos aceitáveis para a comercialização. Ainda, é analisado o odor do produto, característico do mesmo e a sua solubilidade em água, de maneira a observar como o produto se comporta durante o seu uso.

Por conta de sua característica de solubilidade, após sua aplicação na superfície, pode ser removido facilmente com uma lavagem com água.

Condicionador de couros

O condicionador de couros é um produto à base de lanolina e cloreto de cetil. Seu uso é recomendado para hidratação e proteção de artefatos de couro no geral. A formulação do produto busca garantir a revitalização e evitar o ressecamento da peça em que foi aplicado, mantendo-a assim com aspecto de novo. Sua vantagem em frente a outros produtos semelhantes é a facilidade do uso, pois não necessita de diluição.

Suas propriedades físico-químicas, os parâmetros de análise e suas respectivas faixas estão descritas na tabela 02.

Tabela 02 – Propriedades Físico-Químicas do Condicionador de Couros

Aspecto	Líquido Viscoso
Viscosidade	30.000 a 50.000 cPs
pH	6,5 a 7,5
Cor	Marrom
Densidade (a 25°C)	0,99 a 1,01 g/cm ³
Odor	Característico
Solubilidade em água	Solúvel
Aparência	Sem grumos

Fonte: Autor, 2021

A análise do condicionador de couros leva em consideração sua viscosidade (deve estar dentro do parâmetro para garantir a estabilização da emulsão), o seu pH (garantir que o produto está próximo à neutralidade para evitar reações adversas no couro) e densidade, para definir que todas as matérias-primas foram utilizadas na proporção correta e definir o peso utilizado para o envase. A lanolina é o princípio ativo que fornece a maciez ao couro e o seu aspecto de novo, sendo necessário emulsioná-la com cloreto de cetil, um tensoativo iônico

na formulação. Ainda, analisa-se a cor e odor do produto, para garantir os padrões estéticos estabelecidos, e sua solubilização em água, para garantir que a parte oleosa da emulsão foi bem dispersa na fase aquosa.

Polidores

Os polidores desenvolvidos pela indústria em questão possuem em sua formulação carnaúba pura e silicato de alumínio, que conferem a peça onde for aplicado um polimento especial, bem maior brilho e proteção prolongada.

O silicato de alumínio é um material abrasivo, que em formulações para polimento fornece uma remoção da camada oxidada do metal, expondo as camadas inferiores protegidas e dando um aspecto de novo ao verniz do veículo. Em conjunto, a cera de carnaúba forma um filme de proteção que evita o contato da peça com os agentes presentes na atmosfera, protegendo a pintura e aumentando sua vida útil.

Por conta da sua formulação, ele pode ser aplicado tanto manualmente, como com o auxílio de máquina de polimento (politriz roto-orbital), o que torna uma vantagem dentre outros produtos semelhantes. A quantidade de superfícies em que ele pode ser aplicado abrange: alumínio, ferro, pinturas automotivas originais ou provenientes de repintura automotiva.

As propriedades físico-químicas, bem como os parâmetros de análise e suas faixas estão demonstrados na Tabela 03.

Tabela 03 – Propriedades Físico-Químicas dos Polidores

Aspecto	Sólido
Viscosidade	60.000 a 100.000 cPs
Cor	Branco
Densidade (a 25°C)	1,18 a 1,20 g/cm ³
Odor	Característico
Solubilidade em água	Solúvel
Teor de Abrasivos	15 – 20%

Fonte: Autor, 2021

A análise dos polidores leva em consideração o seu aspecto físico e o aspecto estético do produto, garantindo sua estabilização e que esteja com os padrões corretos para

comercialização com o consumidor final. Analisa-se, portanto, viscosidade, coloração, densidade, odor e a solubilização do produto em água, visto que o mesmo deve ser facilmente removido durante o processo de polimento automotivo. Por fim, analisa-se também o teor de abrasivos, para garantir que o princípio ativo da formulação esteja em quantidade adequada para sua comercialização com o consumidor final.

Sanitizantes

Para um sanitizante é imprescindível que ele exerça a função principal, que é a de limpeza e desinfecção da superfície. O sanitizante analisado em questão é um limpador bactericida ultra concentrado e baixa espumação, que possui foco em limpeza de estofados, carpetes e tapetes. Sua fórmulação a base de peróxido de hidrogênio e com tensoativos, remove com facilidade diversos tipos de sujeira. Seu foco é a ação na eliminação de bactérias e fungos, bem como remoção de manchas de sangue, suco, café e bolores.

O princípio ativo do sanitizante é o peróxido de hidrogênio e a sua composição para remoção de componentes hidrofóbicos a partir dos tensoativos. O peróxido de hidrogênio age liberando gás oxigênio, que é bastante oxidante em elevadas concentrações para os microrganismos, permitindo a desinfecção da superfície.

As propriedades físico-químicas, as faixas de análise dos parâmetros, bem como os parâmetros de análise estão relacionados na Tabela 04.

Tabela 04 – Propriedades Físico-Químicas do Sanitizante

Aspecto	Líquido
pH	1,5 a 2,5
Cor	Branco
Densidade (a 25°C)	1,02 a 1,04 g/cm ³
Odor	Característico
Concentração	5 – 10%

Fonte: Autor, 2021

A análise do sanitizante leva em consideração o seu aspecto líquido, a sua coloração, o odor, sua densidade e a concentração do princípio ativo. Para que a formulação permaneça estável e evitar a liberação do oxigênio antes do tempo, é necessário o uso de estabilizantes e garantir que o pH esteja dentro da faixa estabelecida.

Ainda, para garantir que o produto esteja com concentração de princípio ativo adequada, realiza-se a análise de concentração através da permanganometria, atestando a utilização da quantidade correta de matéria-prima e a estabilização do produto.

3.2 Parâmetros de Análises

Por mais diversos que os ramos industriais possam ser, eles apresentam pontos em comum. Esses pontos estão relacionados com a replicabilidade das formulações, qualidade dos produtos, adoção de padrões, tanto na análise quanto no processo produtivo. Com isso a indústria consegue garantir a segurança dos colaboradores envolvidos nos processo produtivo, bem como a segurança do consumidor a que os produtos se destinam.

Um reflexo desses pontos em comum se dá nos parâmetros de análise dos materiais. Para cada tipo de indústria são encontrados diversos parâmetros de análise. Em específico, para uma indústria que atua no segmento de estética automotiva e trabalha com maior ênfase no tratamento de superfícies, proteção a ação de agentes externos, arranhões e limpeza de contaminantes, os parâmetros de análise que melhor se encaixam são: viscosidade, pH, densidade e teor de sólidos.

Estes parâmetros são estabelecidos para cada tipo de produto, pois diferentes produtos, com diferentes funções não necessariamente apresentaram os mesmo parâmetros de análise. Um exemplo simples, produtos destinados ao polimento de superfícies são, na maioria das vezes, mais viscosos, enquanto produtos destinados a limpeza de contaminante, são menos viscosos.

3.2.1 Viscosidade

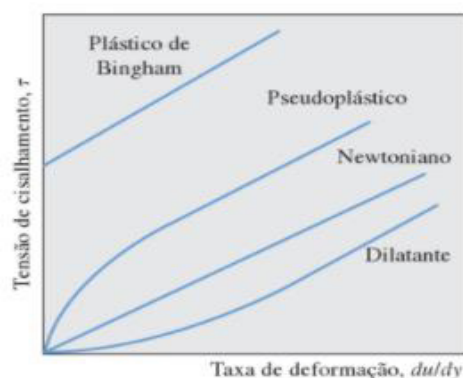
A reologia é um ramo da ciência que estuda um grande número de propriedades dos fluidos, dentre elas: a plasticidade, a elasticidade, o escoamento da matéria, bem como a viscosidade. De acordo com White (2018, p. 23), a viscosidade é uma medida quantitativa da resistência de um fluido ao escoamento. A taxa que este fluido irá deformar pela aplicação de uma tensão de cisalhamento é determinada pela viscosidade.

A viscosidade pode ser classificada em dois tipos: viscosidade dinâmica e a viscosidade cinemática. A primeira é dada em relação à força necessária para mover uma unidade de área por uma unidade de distância, que é medida em Poise, g/cm.s. Já a viscosidade cinemática é dada pela divisão entre a viscosidade dinâmica e a massa específica

do fluido em análise (OMEL, 2016).

Os fluidos, no geral, são divididos em dois grupos: os fluidos newtonianos e os não newtonianos, onde este último subdivide-se em: pseudoplásticos, dilatantes, plásticos de Bingham, dentre outros. Para os fluidos newtonianos, a taxa de deformação é linearmente proporcional à tensão de cisalhamento. São exemplos de fluidos newtonianos a água e o óleo vegetal. Já para os fluidos não newtonianos, a taxa de deformação não varia de forma linear à tensão de cisalhamento, como mostra a figura 01. Exemplos de fluidos não newtonianos são as suspensões de amido e o sangue (ÇENEL e CIMBALA, 2015).

Figura 1 – Variação da tensão de cisalhamento com a taxa de deformação para fluidos não newtonianos e newtonianos.



Fonte: ÇENEL e CIMBALA, 2015

Para fluidos newtonianos a tensão de cisalhamento é expressa pela seguinte relação linear:

$$\text{Tensão de Cisalhamento:} \quad \tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (\text{N/m}^2) \quad (1-3)$$

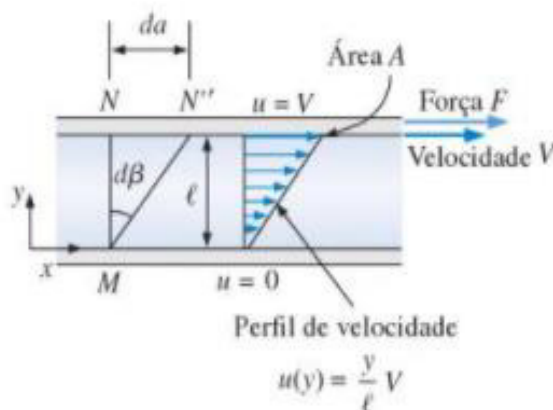
Onde μ é a constante de proporcionalidade e é denominada **coeficiente de viscosidade** ou viscosidade dinâmica (ou absoluta) do fluido, cuja unidade é $\text{kg/m}\cdot\text{s}$, ou $\text{Pa}\cdot\text{s}$. Uma unidade comum de viscosidade é o **poise** que equivale a $0,1\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Outra maneira de calcular μ é através da força de cisalhamento dada a seguir:

$$\text{Força de Cisalhamento:} \quad F = \tau A = \mu A \frac{V}{l} \quad (\text{N}) \quad (2-3)$$

Onde A é a área de contato entre a placa e o fluido, F é a força necessária para mover a placa superior a uma velocidade constante V , enquanto a placa inferior permanece estacionária, como mostra a figura 02:

Figura 2 – Comportamento de um fluido sob escoamento laminar entre duas placas paralelas, quando a superior se move com velocidade constante.



Fonte: ÇENEL e CIMBALA, 2015

A viscosidade de um fluido é a medida de sua “resistência à deformação”, em outras palavras, de acordo com Çenel (2015, p. 53), a viscosidade é causada pelas forças coesivas entre as moléculas dos líquidos e pelas colisões moleculares dos gases, e varia extremamente com a temperatura. Então quanto menor a temperatura de um líquido, maior sua viscosidade, pois nos líquidos em baixas temperaturas as moléculas possuem menos energia para se opor às forças intermoleculares coesivas.

Existem diversos métodos para analisar a viscosidade, mas quando são aplicados para escala industrial muitas vezes não são práticos ou inviáveis devido ao custo ou ao tempo de análise. Alguns aparelhos são empregados nas indústrias para medir a viscosidade das substâncias e estes são os chamados viscosímetros e reômetros.

Os viscosímetros são aparelhos que medem a força necessária para quebrar a barreira reológica dos fluidos, em especial os mais viscosos. A análise da viscosidade é fundamental para se estabelecer um padrão mínimo de qualidade dos produtos e garantir a estabilização dos mesmos.

De acordo com a descrição de Pena-Ferreira et al.(2011 p.71), a determinação por viscosímetro rotativo consiste na medição do torque requerido para rodar uma agulha imersa numa amostra. Dependendo da faixa de viscosidade da amostra, selecciona-se a agulha (spindle) adequada.

3.2.2 Importância da viscosidade para a indústria de produtos automotivos

Para a indústria, a viscosidade é uma propriedade física que desempenha funções bastante definidas dentro do ambiente industrial, e estas funções podem ser tanto estéticas quanto químicas, uma vez que a viscosidade é essencial na estabilização de formulações químicas, evitando reações indesejadas no produto final.

De maneira prática, podemos exemplificar melhor essa importância na viscosidade através de uma situação com um consumidor leigo, que deseja adquirir e associa um produto mais viscoso a um produto mais concentrado e, portanto, melhor do que aquele que possui uma viscosidade mais baixa. Logo, este mesmo consumidor possui uma tendência a adquirir o produto que apresenta uma viscosidade mais elevada, demonstrando então que os aspectos físicos de um produto são tão importantes quanto os aspectos químicos.

Seguindo ainda na parte estética da viscosidade, o mesmo cliente leigo também sente através do tato que um produto mais viscoso aparenta ser melhor de utilizar, portanto valendo mais a pena ser adquirido, corroborando assim a hipótese da viscosidade como um parâmetro visual muito importante, seja na indústria de *car care* como em outras indústrias do ramo de produtos químicos para a sociedade.

Ainda, é importante salientar que a viscosidade também desempenha um papel fundamental na aplicação de determinados produtos, visto que um produto mais viscoso permanece em contato por mais tempo em uma superfície do que um produto menos viscoso, pois este último possui uma tendência muito maior a sofrer escoamento. Um caso bastante interessante que deve ser citado para exemplificar este tipo de característica está nos produtos removedores de partículas ferrosas ou removedores de contaminantes em pinturas automotivas, que tem a tendência a serem mais viscosos de modo a permanecer em contato com o contaminante na superfície desejada por mais tempo e, assim, realizando uma limpeza mais efetiva.

Outro fator fundamental no desenvolvimento de formulações e em como a viscosidade pode ser um ponto bastante útil na indústria de produtos *car care* é a segurança que um produto viscoso oferece ao cliente em detrimento de um produto mais líquido. Por exemplo, existem produtos no setor automobilísticos que podem ser perigosos para os clientes e, portanto, devem ser tomados algumas precauções na sua utilização. Tais produtos

normalmente possuem ácidos fortes em sua composição para a retirada de contaminantes inorgânicos ou compostos oxidantes para a retirada de contaminantes orgânicos e, assim, são perigosos caso entrem em contato direto com a pele ou os olhos. Logo, uma formulação que apresenta uma viscosidade mais elevada, oferece ao cliente uma segurança na sua utilização muito maior, visto que a possibilidade dos esforços mecânicos realizados pelos clientes gerarem respingos é muito menor.

A estabilidade dos produtos é, de longe, o fator mais importante no desenvolvimento de novas formulações, uma vez que produtos desestabilizados geram transtornos na sua efetividade e dão uma aparência pouco atrativa para os clientes. Deste modo, utiliza-se a viscosidade para dar uma maior estabilidade às formulações (principalmente emulsões), de modo a evitar separação de fases e permitindo o funcionamento correto do produto, além da sua aparência homogênea e atraente para os consumidores.

Em contrapartida, o fator em que a viscosidade ajuda a evitar é o fenômeno conhecido como coalescência. De acordo com Franzol e Rezende (2015, p.03):

“A coalescência de uma emulsão ocorre com a união de duas ou mais parcelas de uma fase em prol da formação de uma única. É comum encontrar o termo ‘única’ ao se referir à formação de uma gotícula de água líquida única, por reunião de duas ou mais gotículas que entram em colisão. Também é largamente utilizado quando ocorre a junção de duas ou mais bolhas de ar dispersas em um líquido, de modo que elas se fundem em menos bolhas, mas de maiores dimensões.” (FRANZOL e REZENDE, 2015, p.03)

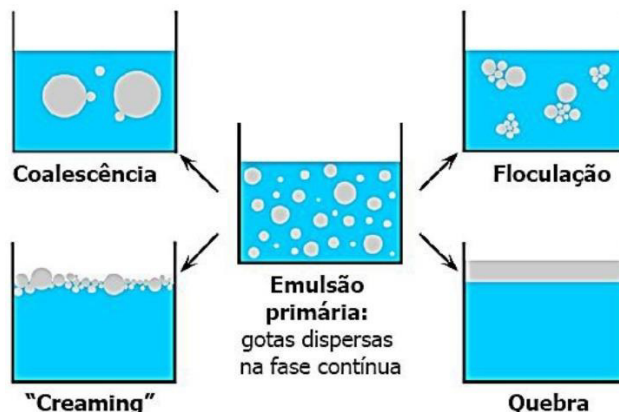
A estabilização das emulsões é feita a partir da viscosidade, uma vez que esse parâmetro permite menor mobilidade das moléculas dentro da formulação, evitando que partículas de óleo se aglomerem e comecem a gerar uma separação das fases oleosas e aquosas em uma emulsão.

Ainda segundo Franzol e Rezende (2015, p.03), o processo de desestabilização de emulsões pode ser acelerado com o aumento da temperatura. Este aumento promove um maior número de choques moleculares, facilitando a separação, pois a elevação da energia cinética impacta no equilíbrio termodinâmico. Para que possamos diminuir a probabilidade de coalescência, aumentamos a viscosidade, o tamanho uniforme das gotículas e a solubilidade, pois isso promove a desaceleração desse fenômeno.

O fenômeno da coalescência é algo natural dentro de emulsões, uma vez que a parte hidrofílica tem a tendência a se aglomerar (CMC) e o mesmo acontece com a parte hidrofóbica. Contudo, emulsões estáveis demoram mais tempo a apresentar este fenômeno de maneira evidente para os consumidores e, portanto, aparentam ser de maior qualidade no

mercado. Quimicamente falando, o fenômeno citado é evidenciado pela Figura 03.

Figura 03 – O fenômeno da coalescência



Fonte: FRANZOL e REZENDE, 2015

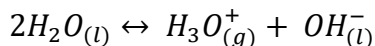
A instabilidade de uma emulsão pode ser notada de muitas formas como: floculação, onde a força de repulsão molecular é diminuída e elas passam a se associar de maneira fraca e reversível se agitadas, cremosidade, onde as partículas de menor densidade ficam por cima da formulação, coalescência, onde as gotículas da fase interna se aglomeram formando outra gotícula e sendo este um processo irreversível, e por último a inversão, que ocorre a completa troca de posicionamento entre as fases, logo a fase interna se torna externa, e vice-versa (PIANOVSKI, 2008).

Assim, observa-se a importância da viscosidade nas formulações químicas, especialmente em emulsões comercializadas com o público em geral, onde esta é capaz de fornecer características físicas e químicas muito melhores para os consumidores, garantindo um produto com qualidade, segurança e que agrade aos mais diversos gostos.

3.2.3 Concentração Hidrogeniônica (pH)

Em 1923 o físico-químico estadunidense Gilbert Newton Lewis propôs a teoria ácido-base de Lewis onde ácido é toda espécie química que aceita receber um par de elétrons, enquanto base é toda espécie química capaz de oferecer um par de elétrons.

Com as definições de ácido-base de Lewis pode-se encontrar algumas substâncias que podem ser tanto ácidas, como bases, dependendo da circunstância. Elas são chamadas de anfipróticas, é o caso da água, pela reação 01:

Reação 01 – Reação de dissociação da água

Fonte: Autor, 2021

De acordo com a Lei da ação das massas, temos que:

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Rearranjando temos que:

$$\text{Produto iônico da água: } K[H_2O] = [H^+][OH^-] \quad (3-3)$$

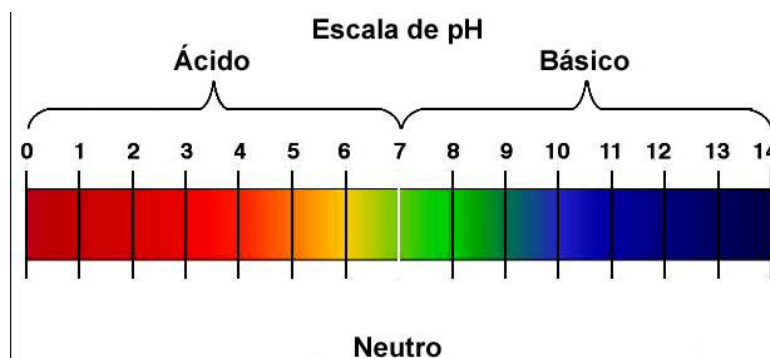
Ao produto $[H^+][OH^-]$ deu-se o nome de *produto iônico da água*, K_w . Este é fundamental para a definição de pH.

Em 1909 o bioquímico dinamarquês Sören P. T. Sørensen expressou a acidez utilizando o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio: $pH = -\log [H^+]$. Esta foi chamada de potencial de hidrogênio, representado pelo símbolo pH “*pondus hidrogenni*” (GAMA e AFONSO, 2007).

O valor de pH é normalmente representado em uma escala, denominada de Escala de pH, que varia entre os valores de 0 a 14. Esta tabela apresenta o 7 como o valor que representa um pH neutro, e valores que estão abaixo de 7 são considerados ácidos, enquanto que valores acima de 7 são considerados básicos.

A escala de pH é representada na Figura 04 a seguir:

Figura 04 – Escala de pH



Fonte: Autor, 2021

Assim, de maneira simples e direta, pode-se compreender rapidamente como a escala de pH funciona e como este parâmetro químico é importante não somente na indústria mas em todas as áreas. O pH mostra como se encontra a concentração tanto de íons H^+ quanto de

íons OH^- e, assim, estabelece padrões para os mais variados segmentos de análise.

3.2.4 Importância do pH para indústria

A implantação do pH como um método de controle industrial foi um ponto importante no desenvolvimento dos setores de Controle de Qualidade, visto que o pH é o principal parâmetro medido em indústrias. Com a utilização das análises de pH houve melhorias tanto nos processos de manipulação quanto os processos de fiscalização.

Dentro da indústria de produtos químicos, a necessidade de uma medição do pH de determinada amostra influencia diretamente na continuidade do processo, visto que existem diversos detalhes que devem ser levados em consideração durante o cotidiano industrial. Quando se faz uma leitura incorreta de pH, pode-se comprometer a cadeia produtiva como um todo, visto que há possibilidade de gerar subprodutos indesejados ou até totais perdas em matérias-primas e produtos finais, acarretando prejuízos consideráveis aos donos das indústrias.

Tomando como exemplo o processo produtivo de fabricação de um detergente, existem componentes que necessitam de neutralização para que as próximas etapas do processo possam ser realizadas, e o modo de fabricação depende enormemente de um controle adequado e correto do pH da formulação.

Durante a escolha das matérias-primas em um processo produtivo o pH também deve ser levado em consideração, visto que os fornecedores muitas vezes fornecem informações obtidos a partir da testagem em diferentes concentrações e diferentes valores de pH, auxiliando no processo de formulação e desenvolvimento de novos produtos.

Para se ter um produto final adequado e que seja bem aceito no mercado, existem detalhes que devem ser bem analisados para garantir a estabilidade e a completa atuação do produto.

3.2.5 Massa Específica

Segundo César et al.(2018 p.2), a massa específica é um parâmetro físico-químico que estabelece a relação entre a massa de determinada amostra e o volume ocupado por esta. Esta definição é estabelecida a partir da equação a seguir:

$$\text{Massa específica:} \quad \rho = \frac{m}{v} \quad (3-3)$$

A determinação da massa específica de um composto ou mistura é fundamental para o entendimento de suas propriedades. Segundo Mazali (2010, p.02), a densidade de sólidos e líquidos, de acordo com o Sistema Internacional, é expressa em quilograma por metro cúbico – kg/m^3 . No entanto, é mais observado o uso em unidades de gramas por centímetro cúbico (g/cm^3) ou gramas por mililitro (g/mL). A densidade absoluta é uma propriedade intrínseca de uma substância, podendo assim identificá-la e diferenciá-la de outras substâncias.

A massa específica dos produtos de embelezamento automotivo é bastante variável, sendo possível observar na Figura 05 a diferença existente entre os mesmos. Enquanto os produtos mais densos possuem a tendência a manter-se no fundo da proveta, os produtos menos densos tendem a ficar na parte superior da vidraria. Deste modo, forma-se um gradiente de densidades que é evidenciado visualmente pela diferença de coloração.

Figura 05 – Diferença entre as massas específicas de diversos produtos



Fonte: Autor, 2021

Ainda segundo Mazali (2010, p.02), a densidade relativa de um determinado material é a razão entre sua densidade absoluta e a densidade absoluta de uma substância adotada como padrão. Este padrão, usualmente escolhido é a densidade absoluta da água, que é igual a $1,000 \text{ g/cm}^3$ a $4,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.6 A importância da densidade para a indústria

É a partir do conceito de massa específica que, na indústria, pode-se realizar uma série de procedimentos operacionais para a fabricação de um produto. Na indústria, as matérias-primas são normalmente analisadas e aferidas seu peso e, portanto, ter noção da sua massa específica auxilia no dimensionamento de equipamentos e de bombas centrífugas.

Desta maneira, o trabalho com densidade auxilia também em processos químicos de separação industrial e de desenvolvimento de novos processos. Algumas indústrias fazem uso da densidade para a remoção de contaminantes, como as estações de tratamento de água, enquanto outras fazem uso da densidade a partir do controle de pesagem de matérias-primas.

Nas indústrias químicas, a densidade auxilia tanto na etapa de manipulação quanto na etapa de envase, uma vez que este parâmetro determina o peso do produto envasado para se atingir o volume apresentado na embalagem. Ainda, se ter uma medição de densidade correta auxilia na parte estética do produto, visto que na prateleira haverá um padrão de envase em determinado produto, evitando a percepção de uma embalagem estar mais cheia do que outra.

Portanto, a análise de densidade impacta positivamente na cadeia produtiva de uma indústria, padronizando os seus processos e evitando o aparecimento de falhas que possam descredibilizar o produto, além de evitar possíveis sanções dos órgãos reguladores em fiscalizações de quantidade dos produtos nas embalagens.

Ainda, a densidade acaba por se tornar necessária durante processos produtivos que envolvam líquidos e temperatura, visto que a temperatura é um fator modificador do valor da densidade e, em escala industrial, esta diferença pode acarretar problemas e erros na operação. Assim, ter um entendimento mais completo das diferentes etapas de manipulação e de envase podem favorecer o controle de qualidade de uma indústria, evitando erros de pesagem e de envase. Contudo, é necessário ficar atento para estas possíveis diferenças de densidade, seja na temperatura em que a densidade é medida em laboratório e também a densidade que o produto apresenta no reator.

3.2.7 Teor de Umidade por Gravimetria

A determinação de umidade nos laboratórios industriais fornece uma informação fundamental acerca dos compostos secundários em uma formulação. É a partir da análise da umidade que se realiza testes de concentração dos outros componentes e, a depender do produto, do seu próprio princípio ativo.

Na concepção de Vasconcelos (2019, p.159), a gravimetria baseia-se em métodos quantitativos de macroanálise que englobam medidas de massa de uma substância de composição conhecida e que está relacionada quimicamente ao analito. A substância pesada deve estar em uma forma muito pura. De acordo com que a substância de interesse é separada dos demais constituintes da amostra, os métodos gravimétricos possuem uma determinada classificação.

Nos métodos gravimétricos por volatilização o analito ou os seus produtos de decomposição são volatilizados numa temperatura apropriada. Caracterizam-se, portanto, em mudança do estado físico resultando na formação de gás ou vapor. A gravimetria por volatilização baseia-se na perda do solvente a partir da aplicação de altas temperaturas, deixando apenas o material residual a ser pesado e analisado pelo operador. Este método é o mais empregado na indústria por não envolver reações químicas secundárias (VASCONCELOS, 2019).

A análise de umidade, embora simples, pode industrialmente fornecer dados sobre formulações, princípios ativos e concentração de matérias-primas durante a análise de um produto ou de um lote produzido no cotidiano industrial. A equação que descreve o teor de umidade é dada a seguir:

$$\text{Teor de Umidade} \quad \%TU = (M_{INICIAL} - M_{FINAL}) \times 100 \quad (3-3)$$

Onde %TU é a porcentagem de teor de umidade da amostra, $M_{INICIAL}$ é a massa inicial da amostra e M_{FINAL} é a massa final da amostra.

O resultado deste cálculo é analisado, e então obtêm-se o teor de umidade da amostra. Este resultado pode ser influenciado por diversos fatores. Um exemplo desses fatores é a umidade ambiente, em ambientes muito úmidos as análises gravimétricas tendem a ser mais longas e possuem uma chance maior de apresentarem erros, devido a secagem incompleta do produto analisado.

3.2.8 A importância da análise gravimétrica para a indústria

As vantagens das análises gravimétricas e de umidade na industrial de produtos para embelezamento automotivo são inúmeros. A implantação dos testes de teor de umidade permitem analisar as mudanças de coloração, odor e de estado físico de determinada amostra.

No contexto industrial, as análises gravimétricas suprem a necessidade por um controle mais adequado de produtos acabados e de matérias-primas. O método gravimétrico é amplamente utilizado em indústrias de utilização de abrasivos (óxidos dos mais variados elementos químicos), tintas e vernizes (teste de quantificação de solventes) e indústria automotiva.

Durante o desenvolvimento de uma formulação para a indústria automotiva, é comum que se realize análises gravimétricas para a obtenção de dados fundamentais, como: concentração de princípios ativos, concentração de solventes e, em alguns casos, o tipo de matéria-prima utilizada.

Deste modo, a partir de análises gravimétricas analisa-se não somente o material restante do processo, mas também o que foi perdido. Durante a análise gravimétrica pode-se analisar alguns fatores que podem fornecer dados valiosos em uma formulação. Estes fatores são:

- a. Mudança da aparência da amostra
- b. Mudança de odor na amostra
- c. Porcentagem de material residual
- d. Viscosidade do material residual
- e. Tempo de evaporação
- f. Temperatura de análise

a. Mudança de aparência da amostra

A análise gravimétrica consiste na aplicação de temperaturas elevadas em uma determinada massa de amostra para verificar o material residual. Contudo, é imprescindível ao operador ter os conhecimentos e a capacidade de observar como que a amostra se comporta durante a análise.

A maioria das formulações automotivas baseiam-se nos conceitos de emulsão e, portanto, necessitam ter uma interação entre fase oleosa e fase aquosa bem estabilizada para

manter a estética e as propriedades químicas do produto. A aplicação de calor durante a análise gravimétrica permite a degradação de alguns componentes que mantêm essa estabilização adequada e, assim, ocorra uma modificação da aparência da amostra, passando de uma formulação estável para um aglomerado de partículas insolúveis entre si.

Logo, diante desta modificação de aparência, o operador, fazendo uso dos seus conhecimentos químicos, pode a partir daí começar a determinar tanto a concentração desse material emulsionante quanto a temperatura a que a formulação deve ser produzida para manter uma estabilidade adequada.

A modificação na coloração da produto também pode acontecer de acordo com o tipo de corante utilizado. Devido à grande quantidade de energia aplicada sobre o corante, a parte dos cromóforos em uma molécula começam a sofrer degradação, havendo uma mudança de cor que pode ser repentina, gradativa e também pode variar entre outras cores do espectro.

Assim, o estudo dos corantes e dos seus cromóforos facilita a compreensão do operador diante desta mudança de cor, permitindo analisar qual o tipo de corante utilizado e sua estabilidade diante de condições extremas.

b. Mudança de odor na amostra

A aplicação de altas temperaturas na formulações pode gerar reações repentinas em compostos utilizados que não possuem uma resistência tão elevada ao calor, promovendo a liberação de compostos secundários e desestabilização da formulação. É, portanto, a partir desta modificação da formulação que o operador pode começar a analisar olfativamente quais matérias-primas fazem parte da formulação. Um exemplo prático da mudança de odor durante uma análise gravimétrica ocorre quando se analisa formulação com elevada concentração de hidrocarbonetos e compostos derivados de amônia. Como a amônia funciona como um alcalinizante e estabilizante de emulsões, a aplicação de temperatura causa sua degradação e evaporação, permitindo ao operador analisar o cheiro característico desta matéria-prima.

Outros compostos que podem ser analisados pelo operador é a degradação completa ou não das essências utilizadas nos produtos. Normalmente, em formulações químicas, as essências devem estar em conjunto com álcoois e tensoativos que permitam a sua integração adequada com a formulação e a liberação gradativa do seu odor. Contudo, em uma análise gravimétrica esta velocidade de liberação do odor é acelerada por conta da energia aplicada

e da evaporação do álcool, permitindo ao operador verificar mudança no odor devido à degradação da essência ou perda completa da mesma.

c. Porcentagem de material residual

A porcentagem de material residual em uma formulação durante a análise gravimétrica permite ao operador observar a quantidade de material restante para a temperatura escolhida durante certo tempo. Ao realizar os cálculos e obter esta informação, o operador pode, em conjunto com os outros fatores, assegurar a aplicabilidade desta formulação e replicando a mesma em uma escala laboratorial, para posteriormente replicar na escala industrial.

O valor obtido pode ser interpretado como a quantidade em porcentagem de matéria-prima resistente o suficiente para aguentar a temperatura empregada na análise. Normalmente, em análises que demandam uma temperatura de 200°C durante duas horas, o restante do material utilizado são os possíveis abrasivos em uma formulação e os silicones utilizados na emulsão.

Assim, em polidores, a análise de material residual se torna algo indispensável, visto que é a partir deste valor que se consegue verificar a quantidade de material abrasivo utilizado e, algumas vezes, devido à granulometria e testes de solubilidade, o tipo de abrasivo empregado na formulação.

d. Viscosidade do material residual

A análise do material residual do método gravimétrico auxilia o operador a distinguir as matérias-primas utilizadas na formulação da amostra. A análise da viscosidade em conjunto com os resultados de gravimetria da amostra podem evidenciar a utilização de certos tipos de silicone bem como a concentração empregada na emulsão.

Durante uma análise gravimétrica em produtos viscosos que utilizam silicone, é possível verificar que o uso de temperaturas elevadas (em torno de 200 a 250°C) irá gerar a evaporação dos solventes (normalmente chamados de veículos da formulação), deixando somente os silicones usados no processo produtivo. A partir dos resultados, a medição da viscosidade dos silicones ou o seu comparativo com matérias-primas em estoque podem fornecer a informação do tipo de matéria-prima utilizado no produto durante o processo de desenvolvimento do produto.

Contudo, é necessário salientar que a análise gravimétrica de produtos viscosos deve ser realizada de maneira cuidadosa, evitando que parte do produto fique parcialmente aderido à superfície do recipiente e parcialmente isolado das altas temperaturas, prejudicando a análise e gerando um resultado falso.

e. Tempo de evaporação

O tempo de análise do teste de gravimetria com utilização industrial é um fator bastante variável no laboratório de controle de qualidade e desenvolvimento, visto que o tempo é determinado pelo tipo de amostra em análise, o tipo de formulação e o método empregado pelo operador.

É importante salientar que diferentes formulações demandam tempo variável para sua análise. Formulações que utilizam mais solvente em sua composição normalmente demandam mais tempo, visto que estas matérias-primas necessitam de maior energia para que sofram evaporação. Em contrapartida, formulações à base de hexano e álcoois necessitam de menor tempo de análise, visto que são compostos que possuem uma taxa de evaporação maior com temperaturas menores.

Outro ponto a ser levado em consideração é a presença de água na formulação, e a interação deste composto com as outras matérias-primas existentes na amostra. Um exemplo prático da importância do tempo de análise é a presença de água livre nas formulações. A água livre é algo indesejável nas formulações, visto que este composto tem maior tendência à sofrer o fenômeno de coalescência e, portanto, causar desestabilização do produto. Durante uma análise gravimétrica, produtos que possuem um percentual de água livre maior necessitam de menos tempo de análise, pois a água está parcialmente aderida com os outros componentes e, portanto, absorve energia facilmente.

Em contrapartida, produtos mais estáveis e que possuem um percentual de água livre consideravelmente menor necessitam de um tempo maior de análise a uma mesma temperatura para que se obtenha o resultado real, visto que as interações com outras moléculas devem ser rompidas primeiro para que a água possa evaporar completamente, assim, destabilizando a emulsão.

f. Temperatura de análise

A temperatura da análise gravimétrica é o fator mais importante durante todo o processo, visto que é a partir dela que pode-se avaliar a taxa de degradação de uma determinada amostra. Durante os testes iniciais de gravimetria, é importante que se realize análises variando a temperatura do processo e mantendo o tempo fixo, de modo a encontrar o melhor valor para que o tempo de análise não fique tão extenso.

Ainda, os testes iniciais se mostram imprescindíveis pois é através deles que se define a temperatura ideal, evitando temperaturas altas demais que possam degradar por completo toda a amostra em análise. Em contrapartida, temperaturas baixas demais podem gerar resultados errôneos devido à evaporação incompleta dos solventes.

Ainda, a temperatura é um fator crucial para que o operador consiga analisar todos os outros fatores. Um exemplo prático deste fato é a análise gravimétrica de compostos com carbono em sua composição, visto que uma temperatura elevada demais podem causar o escurecimento rápido da amostra, impedindo que o operador consiga realizar a análise visual da amostra. Outro exemplo está no fato de que alguns silicones existentes no mercado começam a se degradar em temperaturas acima de 160°C e, caso a análise deseje medir a viscosidade do material residual, o mesmo estaria cometendo um erro de método, em virtude da degradação do silicone e da perda de material pelas elevadas temperaturas empregadas.

Temperaturas inadequadas podem gerar uma perda acelerada do odor do produto, impedindo a análise por parte do operador, e gerando subprodutos indesejados no processo de análise, como odores incoerentes para com o material ou não agradáveis ao operador.

3.2.9 Permanganimetria – Análise Princípio Ativo

A análise de peróxido através da permanganimetria faz uso de apenas dois reagentes, que são o oxalato de sódio e o permanganato de potássio. O oxalato de sódio é um reagente utilizado como o padrão primária da reação, enquanto que o permanganato de potássio é o reagente que deverá ser padronizado para então ser utilizado na titulação a quente e calcular a concentração de peróxido de hidrogênio na amostra.

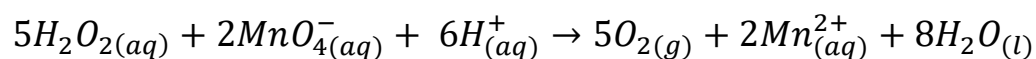
O permanganato de potássio, de fórmula química KMnO_4 , possui a desvantagem de não ser padrão primário devido à sua instabilidade perante à incidência de luz e também pela instabilidade térmica. Desta forma, esta instabilidade acaba gerando por decomposição Mn^{4+}

na forma de óxido, que não permite a reação desejada para determinação da quantidade de peróxido.

Contudo, uma das vantagens para a utilização do permanganato de potássio está do fato da titulação em que o composto é utilizado ser auto indicadora se realizada em meio ácido, não necessitando de indicador.

A reação do permanganato de potássio com o peróxido de hidrogênio está representada na Reação 02.

Reação 02 – Reação do permanganato com o peróxido de hidrogênio



Fonte: Autor, 2021

O peróxido de hidrogênio é um composto amplamente utilizado para desinfecção de superfícies na indústria automotiva, principalmente para limpeza de estofados e carpetes. Ainda, o peróxido de hidrogênio é utilizado para desinfecção de ambientes hospitalares e, deste modo, necessita de um método confiável e exato para a medição da concentração deste composto químico.

O peróxido de hidrogênio também é um composto utilizado na fabricação de outros produtos químicos, como por exemplo o ácido peracético, que é bastante utilizado como um agente desinfectante poderoso para ambientes hospitalares.

Por fim, devido ao seu forte poder oxidante, o peróxido de hidrogênio também é amplamente utilizado como reagente para clareamento de tecidos e de pastas industriais, de modo a permitir uma melhor aparência do produto ou permitir a sua posterior coloração.

4. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida neste trabalho diz respeito à análise de quatro produtos que possuem parâmetros diferentes. Dentre estes estão: densidade, viscosidade, pH, teor de umidade e concentração de princípios ativos. Todos estes parâmetros devem estar de acordo com a conformidade estabelecida para que o lote possa ser liberado pelo setor de controle de qualidade.

As análises foram realizadas seguindo os padrões previamente estabelecidos pela empresa, através do seu Procedimento Operacional Padrão. Ressalta-se, ainda, que cada leitura foi feita em triplicada, com o intuito de assegurar a exatidão da leitura. Foram escolhidos seis lotes de cada produto, de modo a avaliar as possíveis alterações ao longo de um semestre de trabalho.

pH

O pH dos produtos foi medido fazendo uso de um pHmetro modelo AKSO-AK90, com eletrodo de vidro de lítio. Como boa parte dos produtos sai com uma temperatura elevada do reator, padroniza-se fazer a leitura a 25°C, para não comprometermos a vida útil do equipamento. Antes de qualquer análise o pHmetro foi calibrado em solução-tampão pH=4,0 e solução-tampão pH=10,0. O pHmetro utilizado nas análises está representado na Figura 06.

Figura 06 – pHmetro utilizado nas leituras



Fonte: Autor, 2021

Para os produtos de viscosidade baixa, coletou-se 50mL de material e, após isso, realizou-se a leitura com o equipamento. Para os produtos com uma viscosidade média, fez-se a coleta de 25mL de material e diluiu-se 1:1 com água, para então, realizar a leitura com o pHmetro. Para produtos com uma viscosidade alta, coleta-se 25mL de produto e dilui-se 1:2 com água, para então ser realizada a leitura

Densidade

A densidade dos produtos escolhidos foi medida utilizando um picnômetro de aço inox com tampa 50mL ASTM D1475. Outro método para a medição da densidade dos produtos foi a utilização de um picnômetro de vidro 50mL A Figura 07 ilustra os dois tipos de equipamentos usados na análise.

Figura 07 – Picnômetros usados no laboratório



Fonte: Autor, 2021

Esta diferença nos equipamentos utilizados se dá pela variação nas viscosidades dos produtos em análise e, por este motivo, para produtos com viscosidade média e alta, utiliza-se o picnômetro metálico, enquanto produtos com viscosidade baixa, utiliza-se o picnômetro de vidro. A presença de bolhas é um interferente extremamente crítico nas análises, por isso, em cada uma delas foi tomado cuidado para remoção das mesmas. A temperatura é um interferente à leitura de densidade, sendo assim, todas as análises foram feitas a 25°C.

Viscosidade

A viscosidade dos produtos foi analisada com um viscosímetro rotativo analógico faixa 10 a 2.000.000 modelo Q860A24. Este equipamento contém diversos spindlers que melhor se adequam ao tipo de material a ser analisado. Ainda, pode-se ajustar a velocidade de rotação do viscosímetro, alterando entre a velocidade H (high speed) e a velocidade L (low speed), obtendo assim uma leitura mais assertiva. A Figura 08 mostra o viscosímetro rotativo empregado no laboratório.

Figura 08 – Viscosímetro rotativo



Fonte: Autor, 2021

O conjunto de spindler com a rotação do viscosímetro nos fornece a viscosidade dinâmica do produto analisado. A temperatura é um fator crucial na análise da viscosidade, pois interfere diretamente, podendo influenciar de forma que 1°C a mais acaba por modificar as propriedades físicas de um produto, deixando menos viscoso que o esperado. Por isso padronizasse fazer a análise da viscosidade a 25°C.

Análise de Teor de Sólidos e Análise de Teor de Umidade

Foi utilizado para as análises de Teor de sólidos um Determinador de Umidade Marte modelo V 1.8 ID200. Seu funcionamento é baseado na secagem lenta da amostra, para que esta venha a perder parte da sua massa por evaporação. O aparelho permite o

acompanhamento visual desta secagem, dando maior segurança ao operador quanto ao resultado final. A Figura 09 mostra o Determinador de Umidade utilizado nas análises:

Figura 09 – Determinador de Umidade



Fonte: Autor, 2021

Além disto, durante as análises foram observadas as mudanças nos parâmetros visuais da amostra, como coloração, perda da essência e modificação na reologia do fluido, principalmente nos mais viscosos.

Análise de Princípio Ativo

Foi utilizada para a análise do princípio ativo do sanitizante o reagente Oxalato de Sódio P.A da Dinâmica Química, o reagente Permanganato de Potássio P.A da Neon Química, e uma bureta de 50mL. Assim, o princípio ativo foi analisado com o intuito de definir as concentrações exatas do peróxido de hidrogênio nos diferentes lotes, atestando a sua conformidade com o estabelecido previamente pelo Setor de Controle de Qualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desengraxante Alcalino

A produção do desengraxante alcalino é realizada em grandes quantidades (bateladas de 5.000 litros) sendo, portanto, fundamental realizar um estudo dos interferentes do processo, visto que para esta escala os erros possuem impacto significativo no produto final.

Os resultados dos lotes analisados e os padrões de análises estabelecidos para o desengraxante alcalino estão nas tabelas 05 e 06:

Tabela 05 – Lotes do Desengraxante Alcalino de 2020 com suas características

Análises	Mês/Lote Padrões	Outubro 2020 / 001	Novembro 2020 / 001	Dezembro 2020 / 001
Viscosidade	20.000 a 30.000 cPs	20.500 cPs	23.000 cPs	22.500 cPs
Densidade	1,09 a 1,11 g/cm ³	1,11 g/cm ³	1,10 g/cm ³	1,11 g/cm ³
Solubilidade	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Cor	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa
Aparência	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso
pH	12,5 a 14	13,2	12,9	13,1

Fonte: Autor, 2021

Tabela 06 – Lotes do Desengraxante Alcalino de 2021 com suas características

Análises	Mês/Lote Padrões	Janeiro 2021 / 001	Fevereiro 2021 / 001	Março 2021 / 001
Viscosidade	20.000 a 30.000 cPs	20.200 cPs	27.500 cPs	24.100 cPs
Densidade	1,09 a 1,11 g/cm ³	1,11 g/cm ³	1,09 g/cm ³	1,10 g/cm ³
Solubilidade	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9	Solúvel 1:9
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Cor	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa
Aparência	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso	Liq. Viscoso
pH	12,5 a 14	13,5	12,6	12,8

Fonte: Autor, 2021

Houveram variações dentre os parâmetros de cada lote, mas ainda estão dentro dos padrões. As oscilações dos parâmetros observadas entre os lotes pode ser melhor relacionada com a variação da matéria-prima utilizada. A soda cáustica é o principal componente deste produto e, portanto, variações neste insumo afetam o produto final, principalmente em relação ao seu pH e sua densidade.

Este insumo tem por característica ser um material bastante higroscópico e, portanto, quando armazenado em condições de umidade muito elevada, acaba gerando estas variações. A absorção de água por parte da soda cáustica leva a um erro de pesagem por parte dos manipuladores, e esta pesagem tem impacto considerável no produto final, visto que a escala de produção é elevada e essa absorção de água deve ser levada em consideração nos erros do processo.

Ainda, dependendo do espessante utilizado no produto, a grande quantidade de sais pode acarretar diminuição ou aumento da viscosidade, como é observado na variação dos lotes. O espessante utilizado no desengraxante alcalino possui maior capacidade de atuação quando encontra-se sob grandes concentrações de sais dissolvidos e, desta maneira, acarreta em um produto com maior viscosidade.

Observa-se que quanto menor o pH, mais ocorre o aumento de viscosidade do produto, em decorrência da maior quantidade de sais na soda cáustica. Além das características físico-químicas do próprio material, é importante salientar que mudanças no fornecedor do insumo levam a uma variação do produto final, em decorrências dos fatores supracitados.

Condicionador de Couros

A produção do condicionador de couros é realizada em bateladas de 2.000 litros, e deste modo, é necessário realizar um estudo dos interferentes, principalmente da temperatura de aquecimento do processo, visto que é a etapa determinante para a boa qualidade do produto.

Os padrões de análise do condicionador de couros e os resultados dos lotes analisados estão nas tabela 07 e 08:

Tabela 07 – Lotes do Condicionador de Couros de 2020 com suas características

Análises	Mês/Lote	Outubro	Novembro	Dezembro
	Padrões	2020 / 001	2020 / 001	2020 / 001
Viscosidade	30.000 a 50.000 cPs	35.000 cPs	40.000 cPs	38.000 cPs
pH	6,5 a 7,5	6,7	7,2	6,9
Cor	Marrom	Marrom	Marrom	Marrom
Densidade	0,99 a 1,01 g/cm ³	1,0 g/cm ³	0,99 g/cm ³	1,0 g/cm ³
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Solubilidade	Solúvel	Solúvel	Solúvel	Solúvel
Aparência	Sem grumos	Sem grumos	Sem grumos	Sem grumos

Fonte: Autor, 2021

Tabela 08 – Lotes do Condicionador de Couros de 2021 com suas características

Análises	Mês/Lote	Janeiro	Fevereiro	Março
	Padrões	2021 / 001	2021 / 001	2021 / 001
Viscosidade	30.000 a 50.000 cPs	30.000 cPs	43.000 cPs	50.000 cPs
pH	6,5 a 7,5	6,5	7,3	7,5
Cor	Marrom	Marrom	Marrom	Marrom
Densidade	0,99 a 1,01 g/cm ³	0,99 g/cm ³	1,0 g/cm ³	1,0 g/cm ³
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Solubilidade	Solúvel	Solúvel	Solúvel	Solúvel
Aparência	Sem grumos	Sem grumos	Sem grumos	Sem grumos

Fonte: Autor, 2021

É importante salientar que os parâmetros como viscosidade, aparência e pH do produto são fundamentais para a boa aparência e bom funcionamento do produto no local em que se propõe. A viscosidade é um parâmetro que garante a boa estabilidade do produto, evitando separação e problemas visuais no mesmo. Este parâmetro é bastante dependente do pH e da temperatura de fabricação do produto.

No condicionador de couros, a temperatura de fabricação deve ser devidamente controlada, mantendo-se em uma faixa de 58 a 65°C, para evitar que um dos insumos

solidifique e comece a formar grumos no produto. Estes grumos são de difícil solubilização em temperaturas abaixo da faixa e causam problemas na aplicação do produto devendo ser evitados para garantir a qualidade para o consumidor.

Ainda, se o insumo não for corretamente solubilizado na emulsão, o pH do produto cai para valores abaixo da faixa estabelecida e, deste modo, pode causar degradação do couro no momento da sua aplicação, tendo como consequência distúrbios tanto para o consumidor quanto para a empresa.

Com isso observa-se como a viscosidade está relacionada ao pH deste produto na garantia da completa emulsão do insumo, visto que é este material que fornece a viscosidade adequada para a formulação. Um indício de que parte do material não foi completamente solubilidade é a formação de grumos e um valor de pH baixo. Desta maneira, como parte da matéria-prima encontra-se não solubilizada, a emulsão não é feita adequadamente e, portanto, o valor de viscosidade tende a ficar abaixo do padrão estabelecido pelo controle de qualidade.

Por fim, os lotes analisados estavam dentro dos parâmetros estabelecidos, mesmo havendo variações nos valores encontrados.

Polidores

A produção dos polidores é realizada em bateladas de 2.000 litros, sendo, assim, necessário realizar o estudo dos interferentes do processo, principalmente no que diz respeito à concentração dos abrasivos, que é o princípio ativo que irá fornecer o tratamento de superfície proposto pelo produto.

Os resultados dos lotes analisados juntamente com os padrões estabelecidos pela empresa estão nas tabelas 09 e 10:

Tabela 09 – Lotes dos Polidores de 2020 com suas características

Análises	Mês/Lote	Outubro	Novembro	Dezembro
	Padrões	2020 / 001	2020 / 001	2020 / 001
Viscosidade	60.000 a 100.000 cPs	80.000 cPs	70.000 cPs	70.000 cPs
Teor de Abrasivos	15 a 20%	18%	20%	19%
Cor	Branca	Branca	Branca	Branca
Densidade	1,18 a 1,20 g/cm ³	1,19 g/cm ³	1,20 g/cm ³	1,20 g/cm ³
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Solubilidade	Solúvel	Solúvel	Solúvel	Solúvel

Fonte: Autor, 2021

Tabela 10– Lotes dos Polidores de 2021 com suas características

Análises	Mês/Lote	Janeiro	Fevereiro	Março
	Padrões	2021 / 001	2021 / 001	2021 / 001
Viscosidade	60.000 a 100.000 cPs	75.000 cPs	100.000 cPs	82.000 cPs
Teor de Abrasivos	15 a 20%	18%	16%	19%
Cor	Branca	Branca	Branca	Branca
Densidade	1,18 a 1,20 g/cm ³	1,19 g/cm ³	1,18 g/cm ³	1,20 g/cm ³
Odor	Característico	Característic o	Característico	Característico
Solubilidade	Solúvel	Solúvel	Solúvel	Solúvel

Fonte: Autor, 2021

As análises dos polidores evidenciam as variações existentes nos abrasivo utilizados nos lotes. Estes abrasivos são os insumos responsáveis pelas etapas de corte, refino e lustro dentro de um processo de polimento e, portanto, sua concentração bem como sua natureza físico-química são fundamentais para garantir ao consumidor um produto de qualidade e que atenda às suas expectativas.

A viscosidade deste produto é dependente da concentração de abrasivos, visto que uma maior concentração deste insumo causa uma diminuição na capacidade de espessamento do produto, de tal maneira que quanto maior o teor de abrasivos menor será a viscosidade e mais provável de sofrer coalescência é a formulação preparada. Observa-se na tabela que o mês de Fevereiro de 2021 foi o período onde a concentração de abrasivos foi menor e, deste modo, houve um aumento na viscosidade do produto, enquanto que para os meses de Novembro de 2020 a Janeiro de 2021 foram os meses com abrasivos em sua maior concentração, tendo como consequência uma diminuição na viscosidade do lote.

A densidade é outro parâmetro que dependa da concentração de abrasivos, visto que quanto maior este valor, maior será também a densidade, podendo ser possível observar as diferenças entre os meses de Fevereiro de 2021 e Novembro de 2020, onde houve diferença de 3% na concentração do abrasivo.

Estes abrasivos são compostos normalmente derivados de alumínio e silício e que são produzidos por diferentes fornecedores. Alguns abrasivos podem vir dispersos em água para facilitar o transporte e evitar perdas no caminho, contudo o mais comum é que seja comercializados em sacos. Este insumo sofre modificações devido aos erros de pesagem e à concentração de óxidos interferentes no processo da sua fabricação, como por exemplo óxidos de ferro e óxidos de cálcio. Estes interferentes não funcionam corretamente durante um processo de polimento e, deste modo, diminuem a qualidade do produto.

O principal erro durante o processo de manipulação dos polidores é a perda de abrasivos por dispersão no ambiente e por perdas durante o seu manuseio para o reator. Logo, o cuidado durante o manuseio dos abrasivos bem como a utilização de equipamentos de proteção para os manipuladores é fundamental para garantir uma boa prática de fabricação industrial.

Então nota-se que os lotes analisados estão dentro dos padrões estabelecidos, mesmo havendo variações dos parâmetros.

Sanitizante

A produção dos sanitizantes é realizada em bateladas de 2.000 litros, sendo necessário realizar o estudo para determinação do princípio ativo através da permanganometria, garantindo a qualidade do produto e a concentração adequada para realizar a sanitização proposta pelo produto.

Os padrões de análises e os resultados dos lotes analisados estão nas tabelas 11 e 12:

Tabela 11 – Lotes do Sanitizante de 2020 com suas características

Análises	Mês/Lote	Outubro	Novembro	Dezembro
	Padrões	2020 / 001	2020 / 001	2020 / 001
pH	1,5 a 2,5	1,6	1,8	1,5
Aspecto	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Cor	Branca	Branca	Branca	Branca
Densidade	1,02 a 1,04 g/cm ³	1,02 g/cm ³	1,02 g/cm ³	1,03 g/cm ³
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Concentração de Ativo	5 a 10%	7%	7%	8,5%

Fonte: Autor, 2021

Tabela 12 – Lotes do Sanitizante de 2021 com suas características

Análises	Mês/Lote	Janeiro 2021 /	Fevereiro	Março
	Padrões	001	2021 / 001	2021 / 001
pH	1,5 a 2,5	1,7	1,9	1,5
Aspecto	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Cor	Branca	Branca	Branca	Branca
Densidade	1,02 a 1,04 g/cm ³	1,04 g/cm ³	1,04 g/cm ³	1,03 g/cm ³
Odor	Característico	Característico	Característico	Característico
Concentração de Ativo	5 a 10%	9,7%	9,6%	8,7%

Fonte: Autor, 2021

A análise do sanitizante não é dependente do pH, visto que este é um componente dependente do estabilizante para o princípio ativo. Contudo, o peróxido de hidrogênio é um composto que necessita de um pH ácido para que se mantenha estável o suficiente para chegar em concentrações adequadas ao consumidor final.

Observa-se, portanto, que a densidade é o elemento dependente da concentração de princípio ativo e segue um padrão diante da mudança de concentração de peróxido de hidrogênio em cada lote. Logo, a densidade também é um parâmetro que pode-se analisar inicialmente para ter uma base para a análise de concentração de ativo.

A comercialização deste insumo é realizada como um estabilizante dentro do material,

para evitar o estufamento da embalagem de armazenamento e possíveis acidentes durante o transporte. Ainda, por ser um material bastante reativo, a sua manipulação já causa perda de princípio ativo e, portanto, pode causar modificações na concentração do produto final.

Então observa-se que, mesmo com as variações de parâmetros, os lotes analisados estão dentro dos padrões estabelecidos.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados durante a produção de diversos produtos em uma indústria *car care* são fundamentais para garantir uma boa qualidade do produto, principalmente numa indústria que faz muito uso de diluições e, portanto, qualquer diminuição na concentração causa uma mudança no efeito do produto e posteriores reclamações e indagações de clientes.

O controle de qualidade em uma indústria é imprescindível para garantir que os processos operacionais estejam sendo realizados adequadamente, seguindo as normas de segurança e de Boas Práticas de Fabricação (BPF's), permitindo uma certificação da indústria e fornecendo produtos de qualidade.

No trabalho realizado, verifica-se a importância de se ter um laboratório de controle de qualidade bem equipado e com processos assegurados por normas e etapas bem definidas de análise, visto que a grande quantidade de procedimentos pode causar dificuldades para a análise e na verificação dos produtos.

As análises realizadas seguiram um procedimento previamente estabelecido nas normas, o que permitiu um rápido aprendizado e o desenvolvimento de melhorias para os testes já feitos. Ainda, permitiu-se adquirir experiência de análise para outros produtos fabricados na empresa, além dos já citados no trabalho.

Os conhecimentos adquiridos na graduação puderam ser aplicados na indústria, demonstrando a efetividade prática das análises, a funcionalidade dos parâmetros nas formulações dos produtos e o quanto o setor de qualidade impacta na indústria *car care* no desenvolvimento de produtos que venham garantir a segurança dos colaboradores e dos consumidores finais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Cenário para a indústria automobilística brasileira.** Roland Berger. São Paulo, 2019.

ÇENEL, Y.A.; CIMBALA, J.M. **Mecânica dos Fluidos: fundamentos e aplicações.** 3 ed. Porto Alegre: AMGH, 2015, 990p.

CÉSAR, J.; PAOLI, M.-A. D.; ANDRADE, J. C. de. A determinação da densidade de sólidos e líquidos. **Revista Chemkeys**, Campinas, SP, n. 7, p. 1–8, 2018. DOI: 10.20396/chemkeys.v0i7.9618. Disponível em: < <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9618> >. Acesso em: 22 fev. 2021.

FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. **Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico.** Polímeros, São Carlos, v. 25, n. spe, p. 1-9, Dec. 2015 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282015000700002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em:23 fev. 2021.

GAMA, M.S.; AFONSO, J.C. **De Svante a Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez.** UFRJ, Rio de Janeiro. Quim. Nova, Vol. 30, No. 1, 232-239, 2007.

MAZALI, I. O. **Determinação de sólidos pelo Método de Arquimedes.** São Paulo: Lqes, 2010. Disponível em: <https://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia_lqes_meprotec_densidade_arquimedes.pdf> Acesso em 26 de fev. 2021

OMEL. **Medição de Viscosidade.** São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.omel.com.br/artigos-tecnicos/escola-de-bombas/artigos-tecnicos/viscosidade/> Acesso em: 23 fev. 2021.

PENA-FERREIRA, M.R.; et al. **Aplicação de Argilas Esmectíticas da Ilha do Porto Santo em Máscaras Faciais.** Universidade de Aveiro, Portugal, 2011.

PIANOVISKI, A.R. et al. **Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física.** Rev. Bras. Cienc. Farm., São Paulo, v.44, n.2, p.249-259, 2008.

VASCONCELOS, N.M.S de. **Fundamentos da Química Analítica Quantitativa.** 2. ed. Fortaleza: Ed. UECE, 2019. p. 159-186.

WHITE, F.M. **Mecânica dos Fluidos.** 6 ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2010, 880p.