



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Jefferson Murillo Lopes Moreira

**ESTUDO DO EFEITO DA CORREÇÃO DO PH EM PRODUTOS DE UMA
EMPRESA DE SANEANTES**

MOSSORÓ – RN

2024

Jefferson Murillo Lopes Moreira

**ESTUDO DO EFEITO DA CORREÇÃO DO PH EM PRODUTOS DE UMA
EMPRESA DE SANEANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, campus
Mossoró, com o objetivo de obtenção do
título de bacharel em engenharia química.

Orientador: Dr. Rafael Barbosa Rios

MOSSORÓ – RN

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

MM838 Moreira, Jefferson Murillo Lopes.
e ESTUDO DO EFEITO DA CORREÇÃO DO PH EM PRODUTOS
DE UMA EMPRESA DE SANEANTES / Jefferson Murillo
Lopes Moreira. - 2024.
36 f. : il.

Orientador: Rafael Barbosa Rios.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2024.

1. pH. 2. saneantes. 3. correção. 4. controle.
5. ácido-base. I. Rios, Rafael Barbosa, orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Jefferson Murillo Lopes Moreira

**ESTUDO DO EFEITO DA CORREÇÃO DO PH EM PRODUTOS DE UMA
EMPRESA DE SANEANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, campus
Mossoró, com o objetivo de obtenção do
título de bacharel em engenharia química.

Defendida em: 27 / 03 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



RAFAEL BARBOSA RIOS

Data: 09/04/2024 16:59:10-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Barbosa Rios (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente



ALVARO DANIEL TELES PINHEIRO

Data: 10/04/2024 10:45:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alvaro Daniel Teles Pinheiro (UFERSA)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



ALESSANDRO ALISSON DE LEMOS ARAUJO

Data: 09/04/2024 17:13:59-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alessandro Alisson De Lemos Araujo (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me guardar e abençoar durante a minha vida acadêmica. Sem Ele, seria impossível conquistar tudo o que conquistei e tudo o que ainda vou conquistar. Por isso, a maior honra será sempre pra Ele e por Ele.

Quero agradecer a minha família por me apoiar e me auxiliar durante os tempos difíceis. Agradeço especialmente à minha mãe, Rosivânia pois, sem ela, de maneira alguma estaria concluindo esse curso. Ela é o pilar fundamental da minha formação acadêmica e moral. Agradeço também a minha avó Graciosa, que sempre me apoiou e incentivou, mesmo quando tudo estava difícil. Deixo meu agradecimento a minha namorada, Ana Lara, que sempre me incentivou quando pensei em desistir e me ajudou enormemente na produção deste trabalho de conclusão de curso. Agradeço ainda ao meu irmão Juan por todo apoio dado, a minha cunhada Ana Clara por me alegrar quando precisava e a minha sogra Sylvania por todo cuidado e amor durante esses anos.

Meus sinceros agradecimentos ao meu professor e orientador, Dr. Rafael Rios, que me aconselhou, orientou e fomentou minha construção quanto acadêmico, engenheiro e pessoa. Desde já, agradeço sua paciência, cuidado e atenção, os quais colaboraram imensamente para o aperfeiçoamento do presente trabalho. O senhor é uma inspiração para mim enquanto pessoa, referência e profissional em todos os âmbitos da vida.

Agradeço ainda aos meus supervisores, engenheiro Hildember e engenheiro Irving, que me ensinaram, moldaram e orientaram em minha primeira interação com o trabalho prático de engenheiro químico. Ao meu companheiro de bancada Daniel, que foi meu colega de curso tanto em C&T quanto em Engenharia Química e também durante o estágio. A essas três grandes pessoas, quero deixar meus sinceros agradecimentos por me proporcionar a oportunidade de conhecer excelentes profissionais e excelentes pessoas que tenho o prazer de chamar de amigos.

Quero agradecer ainda aos meus dois colegas de apartamento e amigos de longas datas, Lucas e João Matias. Sem o apoio fundamental dos mesmos, não conseguiria chegar até aqui. Aos meus amigos Lenilton, Hirlan, Raul e João Paulo, que cresceram junto comigo durante essa caminhada, apoiaram-me e propuseram-se a ajudar-me de qualquer maneira. A esses amigos quero ressaltar o meu sentimento gratidão e dizer que é muito mais que a amizade; eu sinto que somos família.

Agradeço ainda a todos que colaboraram diretamente ou indiretamente nesse processo, pois sei que a caminhada foi árdua, porém bastante compensatória.

RESUMO

Ao longo da história, os saneantes têm desempenhado um papel fundamental, remontando à antiguidade, onde o sabão se destaca como um dos primeiros exemplos desses produtos. Com o passar do tempo, surgiram novos processos e produtos para suprir as crescentes demandas por higiene e desinfecção. Hoje, os saneantes desempenham um papel crucial em diversas atividades, desde a limpeza doméstica até a desinfecção de ambientes potencialmente contaminados. Na indústria de saneantes, garantir a qualidade dos produtos é essencial para atender às necessidades e assegurar a segurança dos consumidores. O pH, indicador da acidez ou alcalinidade de uma solução, é um parâmetro crítico nesse contexto, influenciando diretamente na eficácia e segurança dos produtos. Um controle adequado do pH pode facilitar a produção e garantir a eficácia do produto final, enquanto um pH desregulado pode resultar em perdas na produção ou até mesmo em contaminação cruzada. A ANVISA regulamenta esses produtos no Brasil, estabelecendo normas que incluem parâmetros como o pH, para garantir a segurança da saúde humana e ambiental. O presente trabalho teve como objetivo investigar o comportamento do pH de três produtos – detergente, multiuso e limpa vidros – produzidos por uma empresa de saneantes. Além disso, buscou-se avaliar o desenvolvimento de equações para corrigir o pH desses produtos. A incorporação de substâncias corretoras nos produtos proporcionou uma significativa melhoria em sua estabilidade, uma vez que o controle adequado do pH foi capaz de preservar os parâmetros físicos dos produtos, garantindo que estes não sofressem deterioração. Os resultados indicaram que as equações desenvolvidas demonstraram eficácia na correção do pH, melhorando o processo produtivo e o controle de qualidade dos produtos analisado.

Palavras-chave: pH, saneantes, correção, controle, ácido-base.

ABSTRACT

Throughout history, sanitizers have played a pivotal role, tracing back to ancient times where soap emerged as one of the earliest examples of such products. Over time, new processes and products have arisen to meet the escalating demands for hygiene and disinfection. Today, sanitizers play a crucial role across various domains, from household cleaning to the sterilization of potentially contaminated environments. In the sanitizer industry, ensuring product quality is paramount to meeting consumer needs and safeguarding their safety. pH, serving as an indicator of solution acidity or alkalinity, stands out as a critical parameter in this context, directly impacting product efficacy and safety. Proper pH control can streamline production and guarantee the effectiveness of the final product, while unregulated pH levels may result in production losses or even cross-contamination. ANVISA regulates these products in Brazil, establishing standards that encompass parameters like pH to ensure the safety of human health and the environment. This study aims to investigate the pH dynamics of three products – detergent, multipurpose cleaner, and glass cleaner – manufactured by a sanitizer company. Additionally, it seeks to evaluate the development of equations for pH correction in these products. The incorporation of corrective substances into the products has provided a significant improvement in their stability, as proper pH control has been able to preserve the physical parameters of the products, ensuring that they do not undergo deterioration. The findings indicate that the devised equations effectively correct pH levels, thereby enhancing both the production process and quality control of the analyzed products.

Keywords: pH, sanitizers, correction, control, acid-base.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação gráfica do eletrodo de pH.....	15
Figura 2 – Detergente, multiuso e limpa vidros que serão analisados.	17
Figura 3 – Tanques de manipulação.....	18
Figura 4 – Linha de envase para o detergente.	19
Figura 5 – Lote de produto armazenado.	19
Figura 6 – Medidor de pH de bancada do laboratório.	20
Figura 7 – Comportamento do limpa vidros na titulação com AMP 0,5%.	28
Figura 8 – Comportamento do limpa vidros na titulação com ácido cítrico 1%.	28
Figura 9 – Comportamento do detergente na titulação com soda cáustica 4%.	29
Figura 10 – Comportamento do detergente na titulação com ácido cítrico.....	30
Figura 11 – Comportamento do multiuso na titulação com AMP 0,5%.	31
Figura 12 – Comportamento do multiuso na titulação com ácido cítrico 1%.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Referencial de gotas a serem tituladas em cada recipiente de acordo com a numeração.....	23
Tabela 2 – Dados referentes ao limpa vidros.	24
Tabela 3 – Dados referentes ao detergente.	25
Tabela 4 – Dados referentes ao multiuso.	26
Tabela 5 – Faixa de pH para cada produto	32
Tabela 6 – Teste de correção do pH com as equações formuladas.	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1. Ácidos e bases.....	13
3.2. ESCLA DE ph.....	14
3.3. Saneantes químicos.....	15
4. PROCESSO PRODUTIVO E CONTROLE DE QUALIDADE	17
4.1. Processo produtivo	17
4.2. Controle de qualidade	19
5. METODOLOGIA	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
7. CONCLUSÕES	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

Na indústria, alguns parâmetros são essenciais para determinar a qualidade e a confiabilidade de um produto e/ou serviço, garantindo a satisfação e segurança do consumidor final. No contexto da indústria de saneantes, a precisão na análise das características químicas dos produtos é indispensável, uma vez que o produto estará em contato direto com a população que o utilizará.

O pH, ou potencial hidrogeniônico, é um parâmetro que desempenha um papel fundamental em diversos processos industriais, quantificando a acidez ou alcalinidade de uma solução através da concentração de íons de hidrogênio presentes no meio. O controle preciso do pH em diversos processos e em várias etapas, desde a qualificação da matéria-prima até a fabricação do produto final, é essencial. Um pH mantido dentro das especificações corretas pode facilitar a produção de um produto químico, enquanto um pH descontrolado pode resultar em perdas do produto ou na produção (KOTZ *et al.*, 2023).

Os saneantes têm sido utilizados desde a antiguidade. Dentre eles, se destaca o sabão, saneante mais antigo que se tem registro. Esse saneante pode ser produzido a partir de processos diversificados, como a fervura da gordura animal e a mistura de óleos vegetais, gordura animal e sais alcalinos. Em 1791, foi introduzido um processo para obtenção de barrilha de cloreto de sódio de baixo custo, que passou a ser produzido em larga escala pela indústria. Com o avanço da tecnologia, a utilização de saneantes tornou-se indispensáveis em diversas atividades, desde a limpeza doméstica até a desinfecção de potenciais patógenos (MACEDO, 2012).

Na indústria de saneantes, o controle do pH é de extrema importância, pois reflete na eficácia do produto em cumprir sua função prometida. A alcalinidade ou acidez adequada pode potencializar a capacidade de assepsia e desinfecção, garantindo um ambiente mais seguro e higienizado, pois, os microrganismos que apresentam risco a saúde são sensíveis a mudanças de estados, na qual a alteração do pH pode vim a desnaturizar sua proteína inibindo assim o patógeno em potencial. Por outro lado, o uso inadequado da acidez ou alcalinidade pode resultar em problemas como alteração de coloração, viscosidade e até mesmo separação de fases, afetando diretamente a eficácia do produto e podendo levar a contaminação cruzada.

A escolha do agente regulador de pH deve ser compatível com a finalidade do produto a ser ajustado. O neutralizador AMP-95® (neutralizante contendo 2-amino-2-metil-1-propanol e 5% de água) se destaca pela sua versatilidade, sendo amplamente utilizado em produtos de uso geral, como multiuso e limpa-vidros, devido à sua excelente compatibilidade e estabilidade com outros materiais da composição, além de ser inodoro, preservando os odores originais. A soda cáustica, altamente alcalina, é ideal para saneantes, especialmente em detergentes para lavar louça, onde contribui para a quebra de gordura, desinfecção e neutralização de odores. Por sua vez, o ácido cítrico, além de regular o pH, atua como agente quelante, reduzindo a dureza da água, o que é crucial em regiões com águas calcárias.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre o comportamento do pH de três produtos – detergente lava louça, multiuso e limpa vidros – fabricados por uma empresa de saneantes localizada no Rio Grande do Norte (RN), utilizando os agentes reguladores de pH: AMP-95®, soda cáustica e ácido cítrico. Além disso, pretende-se desenvolver equações que auxiliem na correção do pH desses produtos, visando otimizar o processo produtivo da empresa e contribuir para um controle de qualidade mais eficaz.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Acompanhar, avaliar e otimizar o processo de produção de saneantes (detergente, multiuso e limpa vidros) quanto ao aspecto do potencial hidrogênico para o melhoramento do controle de qualidade em uma empresa de saneantes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar e descrever o comportamento dos saneantes diante da adição do ácido cítrico, soda cáustica e AMP para correção do pH.
- Desenvolver formulações adequadas para a adição quantitativamente específica de ácidos e/ou bases de correção do pH.
- Avaliar a otimização do processo e a qualidade do produto após a correção do pH.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ÁCIDOS E BASES

Os ácidos e bases estão presentes em todos os aspectos do dia-a-dia das pessoas, desde trabalhos simples as grandes e complexas produções das quais a sociedade necessita. Segundo Chan e Goldsby, ácidos e bases se caracterizam como substâncias que, quando em solução aquosa, ionizam-se formando cátions H^+ e ânions OH^- respectivamente. Essa teoria foi desenvolvida pelo químico sueco August Arrhenius no final do século dezenove. Na Equação 1 temos um modelo genérico da reação de ionização de um ácido e de uma base (CHANG e GOLDSBY, 2013).



O íon H^+ não é estável por si só, pois o hidrogênio necessita de dois elétrons para se estabilizar. Dessa forma o íon H^+ se une a água produzindo assim o íon H_3O^+ e, ainda, reescreve a definição de Arrhenius dizendo que um ácido é todo composto que, quando dissolvido em água, produz como único cátion o íon H_3O^+ . Essa definição ficou um pouco limitada pois os ácidos e bases só seriam caracterizados como tal em solução aquosa (PERUZZO e CANTO, 2009).

Em 1887, essa teoria foi de extrema importância pois foi capaz de responder uma grande quantidade de fenômenos já conhecidos na época, o que se tornaria um fator a inspirar e desenvolver diversas linhas de pesquisas. Contudo, apesar do avanço científico para a época, a limitação já comentada, tornava impossível abranger a definição para outros solventes ou a sistemas sólidos (MICHAEL, 2017).

Para reformular a teoria de Arrhenius para os ácidos e bases, em 1923, os pesquisadores Johannes Bønsted e Thomas Lowry propuseram, separadamente, uma definição mais geral que ficaria conhecida como ácidos e bases de Bønsted-Lowry. Essa definição afirmava que um ácido é uma espécie química capaz de doar um próton em uma reação e a base capaz de receber um próton em uma reação. Essa teoria ficou conhecida como a teoria protônica ácido-base onde um ácido vai doar um íon H^+ e a base irá receber esse íon (CHANG, 2014).

Com base nessa teoria, em um equilíbrio ácido-base, uma reação tanto se deslocando para a direita (direta) quanto para a esquerda (inversa) vão envolver a transferência de prótons, ou seja, se analisarmos uma reação direta, um ácido de Bønsted-Lowry doa um próton na forma do íon H^+ deixando para um ânion que pode atuar como uma base na reação inversa. Assim, um ácido e uma base que se diferenciam apenas pela ausência ou presença do íon H^+ são chamados de par ácido-base conjugado.

3.2. ESCALA DE pH

Em 1909, o químico dinamarquês Lauritz Sørensen criou o conceito de pH. De acordo com o mesmo, o potencial hidrogeniônico de uma solução é a capacidade de medir quantitativamente a concentração de íons de hidrogênio presente em uma solução, medindo assim o nível de acidez ou basicidade. Contudo os valores de $[H^+]$ encontrados eram muito baixos e eram sempre uma potência negativa de 10. Assim, para se obter valores positivos ele resolve trabalhar apenas com o expoente de 10, definindo assim que o potencial hidrogeniônico de uma solução é dado pelo logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio. Na Equação 2 temos a definição de pH (PERUZZO e CANTO, 2009).

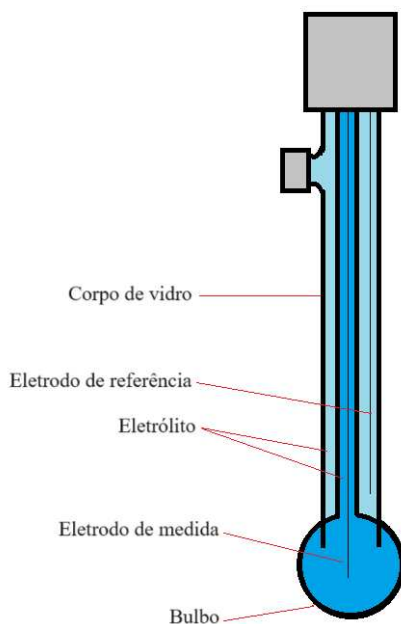
$$pH = -\log[H^+] \quad (2)$$

A escala de pH é uma faixa estabelecida para se medir a acidez e basicidade de substâncias que são usualmente encontradas no cotidiano de todas as pessoas. Tomando como neutro a água pura contendo uma concentração de $1 \cdot 10^{-7}$ mol/L de íons H^+ temos um pH igual a 7. Dessa forma, na escala pH, qualquer substância com o valor de pH maior que 7 é dada como alcalina e qualquer substância com valor menor que 7 é caracterizada como ácida. Além disso, certas substâncias são utilizadas para dizer se uma determinada espécie é ou não ácida ou básica, essas substâncias são chamadas de indicadores ácido-base e servem para uma análise qualitativamente e não quantitativamente, pois o mesmo não consegue dar um valor preciso da concentração de íons $[H^+]$ ou $[OH^-]$ presente na espécie analisada (MORTIMER E MACHADO, 2016).

Para uma análise mais quantitativa existem equipamentos os quais são altamente usados na indústria de saneantes. Temos como exemplo o pHmetro. O pHmetro, ou medidor de pH de bancada, é um aparelho composto por um eletrodo seletivo, um sensor

de temperatura e um potenciômetro. O eletrodo seletivo tem seu corpo feito de vidro com um diafragma dentro dele e em sua ponta tem seu bulbo constituído de um vidro especial que é sensível a concentração de H^+ . Esse bulbo, por ser a parte sensível do eletrodo, possui uma camada de hidratação revestindo-o a qual deve ser preservada, por isso o bulbo não pode ficar seco e sempre que não estiver em uso deve ser guardado em uma solução de cloreto de potássio de mesma concentração da solução interna do eletrodo. Quando em contato com a solução a ser analisada, o eletrodo de medida irá sentir o isopotencial gerado pelo bulbo diante da presença do íon H^+ na solução. O bulbo tem uma saída em milivolts que varia conforme a concentração do íon de hidrogênio. Essa mini tensão é convertida em um valor direto de pH (DIGIMED, 2022).

Figura 1 – Representação gráfica do eletrodo de pH.



Fonte: Autoria própria.

3.3. SANEANTES QUÍMICOS

São conhecidos como saneantes as substâncias ou composições que tem como fim a utilização para a desinfecção, higienização e manutenção salubre de ambientes domiciliar, coletivos, industriais, entre outros, podendo atuar ainda no tratamento da água. Assim, sua definição abrange uma gama de produtos desde detergente a inseticida. Contudo, a classe de saneantes domissanitários são aqueles que são destinados para uso

geral como a desinfecção de ambientes e limpeza de objetos inanimados tanto de uso profissional quanto para uso doméstico (ANDRADE, 2017).

No Brasil, a regulamentação do produto desde a sua produção até a sua comercialização adequada é feita pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). É ela que regulamenta, especifica e fiscaliza empresas fabricantes, exportações, importações, distribuições, transportações, entre outros, a fim de garantir a segurança da saúde nacional como também a avaliação de riscos e controle sanitário. A Agência define os saneantes como produtos destinados a higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos e/ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água (FERNANDES *et al.*, 2018).

Para se mostrar efetivo as ações de controle sanitário na área de saneantes, a ANVISA estabelece normas regulamentadoras afim de especificar cada parâmetro a ser analisado e seus respectivos valores de referências com o objetivo de garantir a segurança a saúde humana e ambiental. Dessa forma, ela estabelece faixas de pH aceitáveis e condições a qual os saneantes devem se encontrar para serem considerados aprovados para o uso domiciliar e profissional. Segundo a ANVISA, os produtos conhecidos como detergente, multiuso e limpa vidros são classificados como produtos de risco 1, de venda livre e uso geral e afins, determinando um pH maior que 2 e menor que 11,5 (BRASIL, 2022).

O papel fundamental dos saneantes usados em larga escala é no combate a micro-organismo alvos a qual possivelmente poderia vim representar um risco a saúde humana, para tal é se usado diversas maneiras para se neutralizar essa ameaça invisível. Alguns mecanismos conhecidos são a danificação a membrana celular, desnaturação da proteína, alteração do pH, inibição dos processos metabólicos entre outros. Assim os saneantes químicos devido as suas propriedades bactericidas, virucidas e fungicidas vem a causar a inativação dos microrganismos em sua forma vegetativa na assepsia de superfícies inanimadas, atuando desde de a oxidação da matéria orgânica de patógenos como nas forças moleculares de biocidas na desestabilização de, por exemplo, membranas biológicas e proteínas. (REIS *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2020).

4. PROCESSO PRODUTIVO E CONTROLE DE QUALIDADE

4.1. PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo dos três produtos (detergente, multiuso e limpa vidros) é idêntico em relação às etapas, porém se diferenciam quanto às matérias-primas utilizadas. As análises de controle de qualidade para cada um dos três produtos também são diferentes. Este processo foi cuidadosamente concebido para garantir uma produção eficiente e um controle de qualidade rigoroso. A Figura 2 ilustra os três produtos que serão estudados neste trabalho.

Figura 2 – Detergente, multiuso e limpa vidros que serão estudados.



Fonte: Autoria própria.

A etapa inicial do processo consiste na análise físico-química das matérias-primas recebidas. Após verificar se estas correspondem às especificações estabelecidas, o laboratório autoriza o uso do insumo na produção. No caso de reprovação, o lote do produto é imediatamente colocado em quarentena e o setor de compras é notificado para providenciar contato com o fornecedor. É crucial ressaltar que essa triagem inicial é de suma importância para o controle de qualidade do processo, assegurando a qualidade dos insumos e identificando potenciais falhas que possam ocorrer durante a produção.

Ao ingressarem na área de manipulação, os operadores procedem com a pesagem dos insumos conforme a fórmula estabelecida para cada produto. Posteriormente, os insumos são adicionados ao tanque de manipulação, conforme ilustrado na Figura 3, onde

são continuamente agitados para assegurar a completa incorporação de cada componente ao meio dispersor e para garantir a homogeneização da mistura. Após um período determinado de agitação, uma amostra é coletada e encaminhada ao laboratório para análises físico-químicas. No caso de o produto não atender aos requisitos de controle de qualidade estabelecidos, é devolvido à etapa anterior e são adicionados os reagentes necessários para realizar as correções. Esta fase do processo é repetida até que as especificações adequadas sejam alcançadas.

Figura 3 – Tanques de manipulação.



Fonte: Autoria própria.

Se o produto atender aos parâmetros estabelecidos pelo controle de qualidade, seguirá da área de manipulação para o setor de envase. Ao chegar no envase, o produto é transferido para o reservatório, previamente higienizado. Após o envase adequado, os produtos são encaminhados por esteiras onde recebem rótulos e são embalados em caixas. Por fim, são armazenados no galpão para posterior distribuição aos revendedores oficiais da empresa. A Figura 4 ilustra a linha automatizada de envase e rotulagem para o detergente.

Figura 4 – Linha de envase para o detergente.



Fonte: Autoria própria.

É importante destacar que o laboratório encarregado do controle de qualidade seleciona uma caixa do lote para conduzir os testes físico-químicos finais, os quais servirão como contraprova para investigações futuras, caso necessário. A Figura 5 ilustra um lote produzido, no qual os produtos de uma caixa serão submetidos às análises de controle de qualidade.

Figura 5 – Lote de produto armazenado.



Fonte: Autoria própria.

4.2. CONTROLE DE QUALIDADE

No laboratório, tanto os insumos quanto os produtos finalizados são avaliados física e quimicamente de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos pela ANVISA. As análises variam de acordo com cada produto. No entanto, a medição do pH está presente em todas as análises que devem ser realizadas para cada produto.

A medição do pH é realizada utilizando um medidor de pH de bancada, conforme ilustrado na Figura 6, que é calibrado duas vezes ao dia. Para efetuar a medição, o eletrodo é devidamente limpo e inserido em um recipiente contendo o produto a ser analisado, de forma que a parte sensível do eletrodo fique completamente imersa. Após alguns minutos, o leitor se estabiliza, exibindo o valor do pH medido. Após a leitura, é avaliado se o produto está dentro dos padrões estabelecidos, e então, é elaborada a ficha de liberação para que o produto prossiga para o envase e posterior distribuição.

Figura 6 – Medidor de pH de bancada do laboratório.



Fonte: Autoria própria.

5. METODOLOGIA

Para conduzir o procedimento experimental de correção de pH, foram preparadas três soluções de 100 mL cada: uma contendo soda cáustica, outra com ácido cítrico e uma terceira com AMP-95© (neutralizador que contém 2-amino-2-metil-1-propanol e 5% de água). A solução de soda cáustica foi preparada com uma concentração de 4% em massa, enquanto a solução de ácido cítrico foi preparada com uma concentração de 1% em massa. Já a solução de AMP foi preparada com uma concentração de 0,5% em massa.

Os materiais necessários para a realização deste procedimento incluíram:

- soda cáustica em pérolas (NaOH);
- AMP-95© (2-amino-2-metil-1-propanol);
- ácido cítrico em pó;
- água destilada;
- 3 balões volumétricos de 100 mL;
- 3 vidros de relógio;
- 2 béqueres de 200 mL;
- 1 pipeta de 5 mL;
- luvas;
- óculos de proteção;
- máscara de proteção;
- 300 frascos de 100 mL;
- bastão de vidro;
- balança analítica;
- espátulas;
- medidor de pH de bancada.

Preparação de solução de soda cáustica a 4%

Inicialmente, um vidro de relógio foi colocado na balança e sua tara foi ajustada. Em seguida, foram pesados 4 gramas de soda cáustica. Essa quantidade foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, onde foi adicionada água destilada lentamente, com agitação constante. É importante ressaltar que a reação da soda cáustica é exotérmica, liberando calor quando em contato com a água. O balão volumétrico foi preenchido com

água até o menisco e homogeneizado por inversão. Após a completa dissolução da soda cáustica, o recipiente foi rotulado e reservado para repouso por 12 horas.

Preparação de solução de ácido cítrico a 1%

Primeiramente, um vidro de relógio foi colocado na balança e sua tara foi ajustada. Em seguida, foi pesado 1 grama de ácido cítrico. Essa quantidade foi transferida para um béquer, onde foi adicionada uma pequena quantidade de água. Agitou-se a solução com um bastão de vidro para dissolução e, em seguida, transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL. O balão foi preenchido com água até o menisco e homogeneizado por inversão. Após a completa dissolução do ácido cítrico, o recipiente foi rotulado e reservado para repouso por 12 horas.

Preparação de solução de AMP a 0,5%

Inicialmente, um vidro de relógio foi colocado na balança e sua tara foi ajustada. Em seguida, foram pesados 0,5 gramas de AMP-95©. Essa quantidade foi transferida para um béquer, onde foi adicionada uma pequena quantidade de água. Agitou-se a solução com um bastão de vidro para homogeneização e, em seguida, transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL. O balão foi preenchido com água até o menisco e homogeneizado por inversão. Após a completa homogeneização do AMP, o recipiente foi rotulado e reservado para repouso por 12 horas.

Titulação com ácido e base para a caracterização da curva de pH

Foram separados, inicialmente, 300 frascos de 100 mL que serviriam para armazenar as amostras a serem tituladas. Os frascos foram divididos em dois grupos: 50 para titulação ácida e 50 para titulação básica, para cada um dos 3 produtos a serem analisados (detergente, multiuso e limpa vidros). O procedimento de titulação foi realizado da mesma maneira para cada um dos três produtos.

Inicialmente, foram retirados 10 litros do produto da manipulação e distribuídos igualmente em porções de 100 mL em 100 frascos. Os frascos foram então divididos em dois grupos, cada um contendo 50 frascos numerados de 0 a 49. O número 0 representa o controle, ou seja, o frasco contendo o produto sem adição de solução ácida ou básica. As outras amostras foram numeradas sequencialmente e receberam gotas das soluções conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Referencial de gotas a serem tituladas em cada recipiente de acordo com a numeração.

Numeração	Detergente		Multiuso		Limpa vidros	
	Quantidade de gotas de solução		Quantidade de gotas de solução		Quantidade de gotas de solução	
-	Soda cáu.	Ácido cít.	AMP	Ácido cit.	AMP	Ácido cít.
0	0	0	0	0	0	0
1	1	4	2	1	1	1
2	3	8	4	2	2	2
3	6	12	6	3	3	3
4	9	16	8	4	4	4
5	12	20	10	5	5	5
6	15	24	12	6	6	6
7	18	28	14	7	7	7
8	21	32	16	8	8	8
9	24	36	18	9	9	9
10	27	40	20	10	10	10
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
49	144	196	98	49	49	49

Fonte: Autoria própria.

Ao adicionar as gotas nos frascos, cada recipiente foi agitado com um bastão de vidro para garantir a homogeneização. Em seguida, com o auxílio do medidor de pH, foi aferido o pH de cada solução presente em cada frasco, juntamente com a temperatura, e os valores foram registrados. Esse procedimento foi repetido para todos os frascos, sempre limpando o eletrodo entre uma medição e outra.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão descritos os resultados obtidos para cada medição de pH e temperatura de cada produto.

Tabela 2 – Dados referentes ao produto limpa vidros.

Nº	AMP				Ácido Cítrico			
	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)
0	0	0,0000	6,7	29,0	0	0,0000	6,00	27,00
1	1	0,0206	6,8	28,9	1	0,0201	5,83	26,90
2	2	0,0412	6,7	28,3	2	0,0402	5,94	27,20
3	3	0,0618	6,8	27,8	3	0,0604	5,73	26,90
4	4	0,0823	6,8	28,9	4	0,0805	5,02	27,10
5	5	0,1029	6,9	28,9	5	0,1006	5,13	27,00
6	6	0,1235	7,0	29,1	6	0,1207	5,24	26,60
7	7	0,1441	6,9	27,4	7	0,1408	5,14	26,70
8	8	0,1647	7,0	27,5	8	0,1610	5,07	26,50
9	9	0,1853	7,0	28,1	9	0,1811	4,72	26,60
10	10	0,2058	7,0	28,3	10	0,2012	4,96	26,10
11	11	0,2264	6,9	28,5	11	0,2213	4,31	27,70
12	12	0,2470	7,1	28,5	12	0,2414	4,27	26,90
13	13	0,2676	7,4	28,7	13	0,2616	4,08	27,00
14	14	0,2882	7,1	27,1	14	0,2817	3,93	26,80
15	15	0,3088	7,3	28,3	15	0,3018	3,85	26,90
16	16	0,3293	7,2	28,3	16	0,3219	3,80	26,40
17	17	0,3499	7,6	28,5	17	0,3420	3,70	26,30
18	18	0,3705	7,4	28,2	18	0,3622	3,74	27,10
19	19	0,3911	7,5	28,0	19	0,3823	3,66	27,40
20	20	0,4117	7,5	28,3	20	0,4024	4,36	26,80
21	21	0,4323	7,6	28,0	21	0,4225	4,27	26,50
22	22	0,4528	7,4	28,4	22	0,4426	4,11	26,80
23	23	0,4734	7,8	28,1	23	0,4628	4,67	26,90
24	24	0,4940	7,8	28,0	24	0,4829	4,61	26,70
25	25	0,5146	7,6	29,5	25	0,5030	3,97	26,50
26	26	0,5352	7,9	28,9	26	0,5231	3,84	26,40
27	27	0,5558	7,6	29,0	27	0,5432	3,93	26,60
28	28	0,5763	7,9	28,7	28	0,5634	3,84	26,30
29	29	0,5969	8,0	28,9	29	0,5835	4,10	27,20
30	30	0,6175	7,9	28,7	30	0,6036	3,88	26,20
31	31	0,6381	7,8	29,0	31	0,6237	3,79	26,80
32	32	0,6587	8,0	28,6	32	0,6438	3,68	26,20
33	33	0,6793	8,0	29,0	33	0,6640	3,66	26,20
34	34	0,6998	8,1	28,4	34	0,6841	3,65	26,80

35	35	0,7204	8,0	28,9	35	0,7042	3,57	26,30
36	36	0,7410	7,9	27,8	36	0,7243	3,55	26,00
37	37	0,7616	8,1	28,3	37	0,7444	3,48	26,60
38	38	0,7822	8,0	28,6	38	0,7646	3,48	26,50
39	39	0,8028	8,1	28,5	39	0,7847	3,53	26,60
40	40	0,8233	8,0	28,4	40	0,8048	3,49	26,40
41	41	0,8439	8,3	28,9	41	0,8249	3,62	26,80
42	42	0,8645	8,3	27,8	42	0,8450	3,27	26,60
43	43	0,8851	8,4	28,1	43	0,8652	3,19	26,60
44	44	0,9057	8,3	28,3	44	0,8853	3,24	26,20
45	45	0,9263	8,4	28,3	45	0,9054	3,23	26,30
46	46	0,9468	8,3	28,0	46	0,9255	3,07	26,10
47	47	0,9674	8,3	27,7	47	0,9456	3,10	26,60
48	48	0,9880	8,3	28,1	48	0,9658	3,12	26,10
49	49	1,0086	8,4	27,6	49	0,9859	3,09	26,10

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 – Dados referentes ao produto detergente.

Nº	Soda cáustica				Ácido Cítrico			
	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)
0	0	0,0000	7,7	27,6	0	0,0000	7,46	28,00
1	1	0,0323	7,8	26,6	4	0,0805	7,36	28,00
2	3	0,0968	7,9	27,6	8	0,1610	7,38	27,60
3	6	0,1936	8,4	27,3	12	0,2414	7,20	26,30
4	9	0,2903	8,2	26,5	16	0,3219	7,35	26,10
5	12	0,3871	8,4	27,3	20	0,4024	6,97	25,70
6	15	0,4839	8,5	27,3	24	0,4829	6,87	25,40
7	18	0,5807	8,5	26,5	28	0,5634	6,89	26,10
8	21	0,6775	8,7	25,9	32	0,6438	6,69	25,00
9	24	0,7742	9,1	26,6	36	0,7243	6,51	25,00
10	27	0,8710	9,3	26,2	40	0,8048	6,44	25,60
11	30	0,9678	10,1	27,3	44	0,8853	6,37	25,90
12	33	1,0646	10,6	27,7	48	0,9658	6,13	25,00
13	36	1,1614	11,0	27,8	52	1,0462	6,24	26,80
14	39	1,2581	11,0	27,0	56	1,1267	6,08	27,00
15	42	1,3549	11,0	25,9	60	1,2072	5,93	26,10
16	45	1,4517	11,0	26,3	64	1,2877	6,00	26,60
17	48	1,5485	11,2	25,8	68	1,3682	6,15	26,00
18	51	1,6453	10,6	25,9	72	1,4486	6,30	26,10
19	54	1,7420	11,0	26,9	76	1,5291	6,13	25,90
20	57	1,8388	11,6	27,4	80	1,6096	6,01	26,20
21	60	1,9356	11,6	25,9	84	1,6901	6,04	26,30
22	63	2,0324	9,7	26,4	88	1,7706	5,72	26,20
23	66	2,1292	11,6	26,1	92	1,8510	5,92	24,90

24	69	2,2259	11,7	26,4	96	1,9315	5,60	25,10
25	72	2,3227	11,6	26,3	100	2,0120	5,53	25,40
26	75	2,4195	11,5	26,6	104	2,0925	5,94	25,10
27	78	2,5163	11,8	27,0	108	2,1730	5,45	24,80
28	81	2,6131	11,8	26,4	112	2,2534	5,80	24,40
29	84	2,7098	11,9	26,4	116	2,3339	5,72	24,50
30	87	2,8066	11,9	26,4	120	2,4144	5,74	24,80
31	90	2,9034	11,8	26,3	124	2,4949	5,62	24,30
32	93	3,0002	11,9	26,5	128	2,5754	5,54	24,40
33	96	3,0970	11,9	26,8	132	2,6558	5,61	24,70
34	99	3,1937	12,0	26,9	136	2,7363	5,22	26,50
35	102	3,2905	11,9	27,1	140	2,8168	5,20	25,40
36	105	3,3873	12,0	26,4	144	2,8973	5,41	24,50
37	108	3,4841	12,0	26,9	148	2,9778	5,31	24,30
38	111	3,5809	12,0	26,1	152	3,0582	5,08	24,40
39	114	3,6776	11,8	26,8	156	3,1387	5,25	24,80
40	117	3,7744	12,0	26,8	160	3,2192	5,10	23,80
41	120	3,8712	11,8	26,5	164	3,2997	4,95	24,30
42	123	3,9680	12,0	26,6	168	3,3802	4,90	24,60
43	126	4,0648	12,0	26,8	172	3,4606	4,65	25,60
44	129	4,1615	12,0	26,8	176	3,5411	4,54	26,20
45	132	4,2583	12,1	27,2	180	3,6216	5,00	26,40
46	135	4,3551	12,0	28,8	184	3,7021	4,66	26,80
47	138	4,4519	12,0	26,9	188	3,7826	4,84	26,40
48	141	4,5487	12,0	26,1	192	3,8630	4,35	26,90
49	144	4,6454	12,0	27,1	196	3,9435	4,50	26,70

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Dados referentes ao produto multiuso.

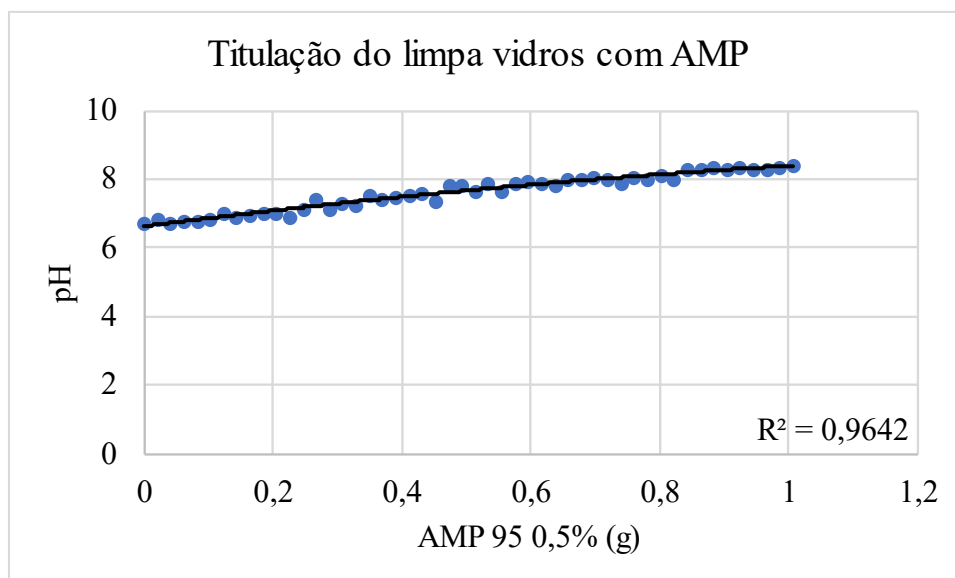
Nº	AMP				Ácido Cítrico			
	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)	Quant. de gotas	Quant. em massa (g)	pH	T (°C)
0	0	0,0000	7,4	29,0	0	0,0000	7,47	25,70
1	2	0,0412	8,2	28,9	1	0,0201	7,24	25,50
2	4	0,0823	8,6	28,3	2	0,0402	6,79	25,80
3	6	0,1235	8,7	27,8	3	0,0604	6,79	25,60
4	8	0,1647	9,0	28,9	4	0,0805	6,16	26,00
5	10	0,2058	9,1	28,9	5	0,1006	6,33	25,60
6	12	0,2470	9,2	29,1	6	0,1207	6,32	25,70
7	14	0,2882	9,2	27,4	7	0,1408	6,17	25,30
8	16	0,3293	9,4	27,5	8	0,1610	6,07	25,60
9	18	0,3705	9,3	28,1	9	0,1811	6,49	25,60
10	20	0,4117	9,4	28,3	10	0,2012	5,77	25,60
11	22	0,4528	9,4	28,5	11	0,2213	5,55	25,50
12	24	0,4940	9,4	28,5	12	0,2414	5,65	25,10

13	26	0,5352	9,4	28,7	13	0,2616	6,47	25,40
14	28	0,5763	9,5	27,1	14	0,2817	5,23	25,00
15	30	0,6175	9,7	28,3	15	0,3018	4,73	24,80
16	32	0,6587	9,7	28,3	16	0,3219	4,69	25,30
17	34	0,6998	9,7	28,5	17	0,3420	4,50	25,60
18	36	0,7410	9,6	28,2	18	0,3622	4,58	25,20
19	38	0,7822	9,2	28,0	19	0,3823	4,88	25,30
20	40	0,8233	9,3	28,3	20	0,4024	4,40	25,70
21	42	0,8645	9,6	28,0	21	0,4225	4,23	25,40
22	44	0,9057	9,5	28,4	22	0,4426	4,15	25,30
23	46	0,9468	9,7	28,1	23	0,4628	3,97	25,60
24	48	0,9880	9,3	28,0	24	0,4829	3,90	24,70
25	50	1,0292	9,3	29,5	25	0,5030	3,91	25,40
26	52	1,0703	9,7	28,9	26	0,5231	3,95	25,20
27	54	1,1115	9,7	29,0	27	0,5432	3,90	24,70
28	56	1,1527	9,3	28,7	28	0,5634	3,78	24,50
29	58	1,1938	9,3	28,9	29	0,5835	3,63	24,80
30	60	1,2350	9,3	28,7	30	0,6036	3,56	25,00
31	62	1,2762	9,2	29,0	31	0,6237	3,46	25,10
32	64	1,3173	9,3	28,6	32	0,6438	3,54	24,80
33	66	1,3585	9,7	29,0	33	0,6640	3,57	24,70
34	68	1,3997	9,5	28,4	34	0,6841	3,54	24,70
35	70	1,4408	9,4	28,9	35	0,7042	4,28	25,10
36	72	1,4820	9,6	27,8	36	0,7243	3,65	25,30
37	74	1,5232	9,2	28,3	37	0,7444	3,57	25,40
38	76	1,5643	9,3	28,6	38	0,7646	3,53	24,60
39	78	1,6055	9,6	28,5	39	0,7847	3,49	24,60
40	80	1,6467	10,0	28,4	40	0,8048	3,55	24,30
41	82	1,6878	9,6	28,9	41	0,8249	3,52	24,70
42	84	1,7290	9,5	27,8	42	0,8450	3,37	24,40
43	86	1,7702	9,6	28,1	43	0,8652	3,37	24,60
44	88	1,8113	9,7	28,3	44	0,8853	3,15	24,40
45	90	1,8525	9,4	28,3	45	0,9054	3,15	24,60
46	92	1,8937	9,4	28,0	46	0,9255	3,12	24,80
47	94	1,9348	9,4	27,7	47	0,9456	3,09	25,20
48	96	1,9760	9,6	28,1	48	0,9658	3,10	25,50
49	98	2,0172	9,4	27,6	49	0,9859	3,05	25,30

Fonte: Autoria própria.

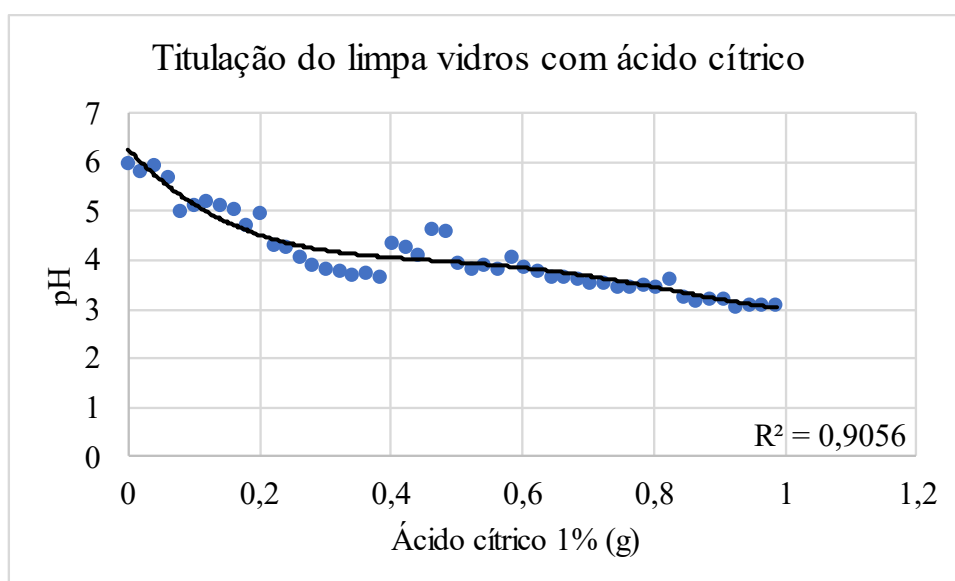
Os dados obtidos demonstram a interação da formulação do produto com a solução ácida ou básica adicionada. Para uma melhor compreensão visual, gráficos foram gerados utilizando o Excel e estão apresentados nas Figuras 7 a 12.

Figura 7 – Comportamento do produto limpa vidros na titulação com AMP 0,5%.



Fonte: Autoria própria.

Figura 8 – Comportamento do produto limpa vidros na titulação com ácido cítrico 1%.



Fonte: Autoria própria.

Como podemos observar, o comportamento do pH do limpa vidros frente ao AMP a 0,5 % é praticamente linear, com poucas variações. Em contraste, sua resposta ao ácido cítrico algumas leves flutuações de valores, mas ainda demonstrou uma tendência decrescente em relação ao pH, devido ao aumento da concentração de íons H^+ na

formulação do limpa vidros. Foram adicionadas linhas de tendências para a obtenção de equações para descrever tal comportamento. Assim, foram obtidas as Equações 3 e 4 para o pH do limpa vidros com a adição de AMP e ácido cítrico, respectivamente.

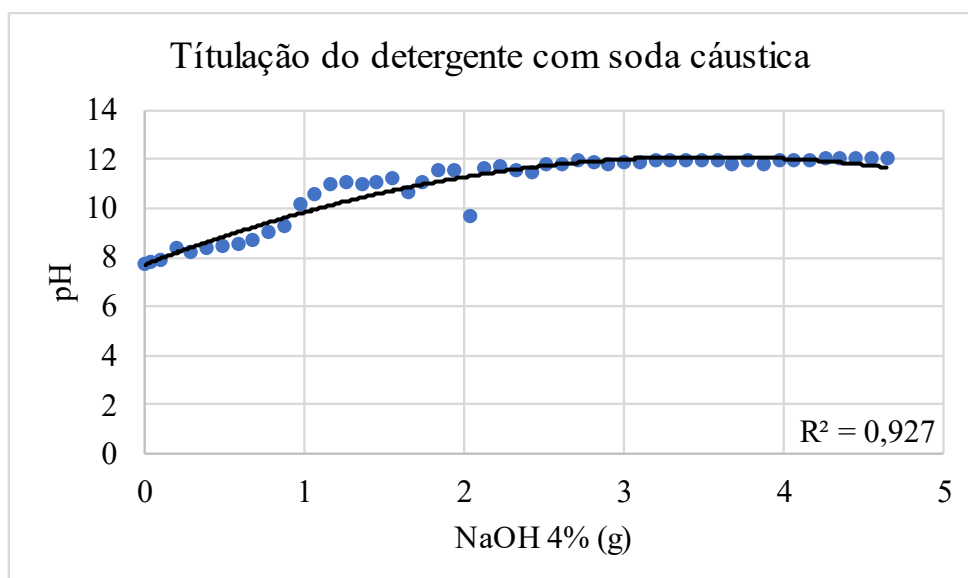
$$y = -0,6357x^2 + 2,395x + 6,6282 \quad (3)$$

$$y = 15,17x^4 - 39,595x^3 + 35,539x^2 - 14,367x + 6,2651 \quad (4)$$

O y da equação representa o pH que se deseja obter, já o x a quantidade de solução em gramas a ser adicionado. Isolando o x é possível determinar a quantidade necessária de solução a ser adicionada na formulação para a padronização do pH de acordo com o desejado.

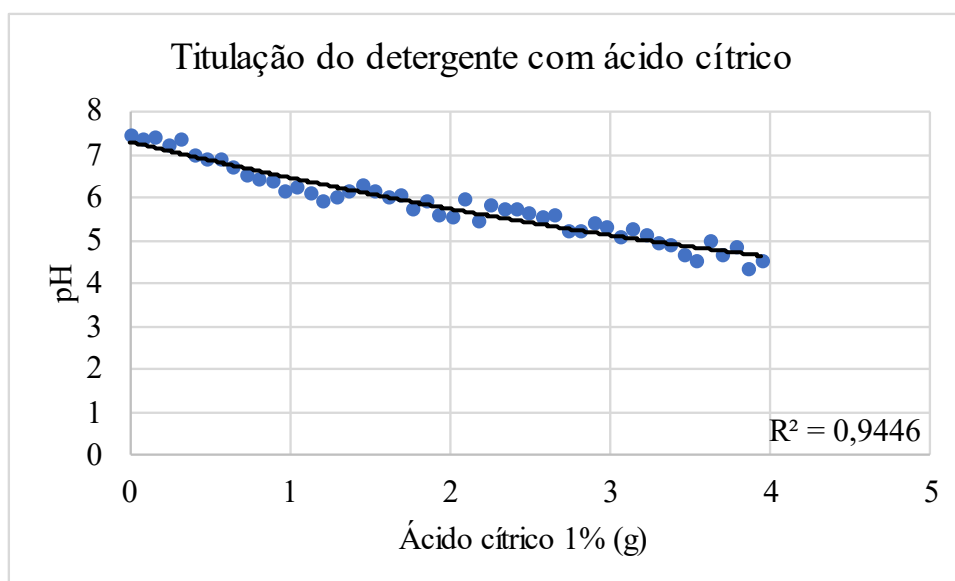
Nas Figuras 9 e 10, são apresentados os comportamentos do pH do detergente em resposta à titulação com soda cáustica a 4% e ácido cítrico a 1%, respectivamente. Durante a titulação com soda cáustica, observa-se um aumento gradual do pH do detergente, correlacionado ao incremento dos íons OH^- na formulação do produto. É importante notar que a titulação atinge uma estabilização em torno do pH 12, sem ultrapassá-lo. Por outro lado, durante a titulação com ácido cítrico, o comportamento é caracterizado por uma diminuição contínua do pH, com variações mínimas, resultando em um gráfico praticamente linear.

Figura 9 – Comportamento do detergente na titulação com soda cáustica 4%.



Fonte: Autoria própria.

Figura 10 – Comportamento do detergente na titulação com ácido cítrico.



Fonte: Autoria própria.

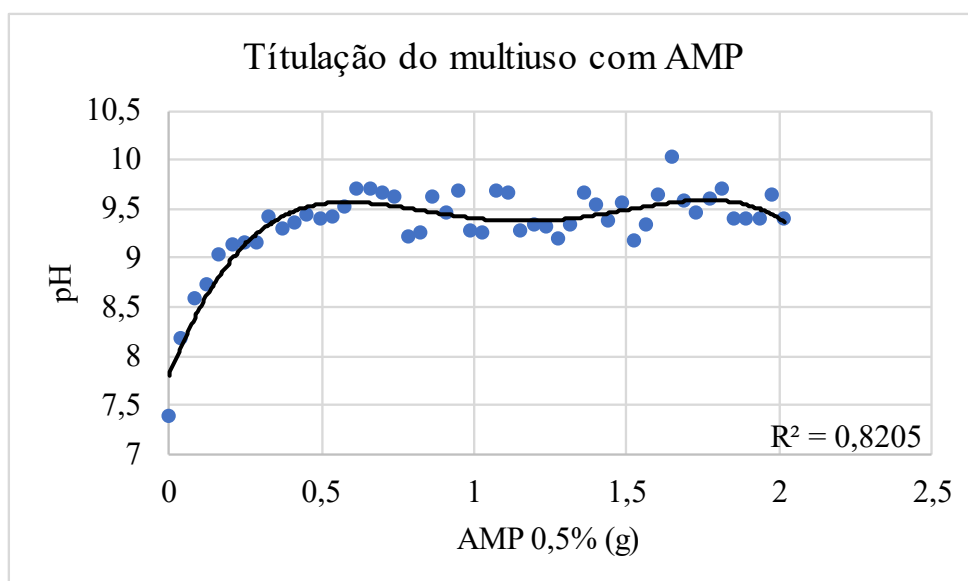
Foram obtidas as Equações 5 e 6 para o comportamento gráfico do pH do detergente em resposta a titulação com soda cáustica e ácido cítrico, respectivamente.

$$y = -0,352x^2 + 2,4882x + 7,7187 \quad (5)$$

$$y = 0,0554x^2 - 0,8925x + 7,3025 \quad (6)$$

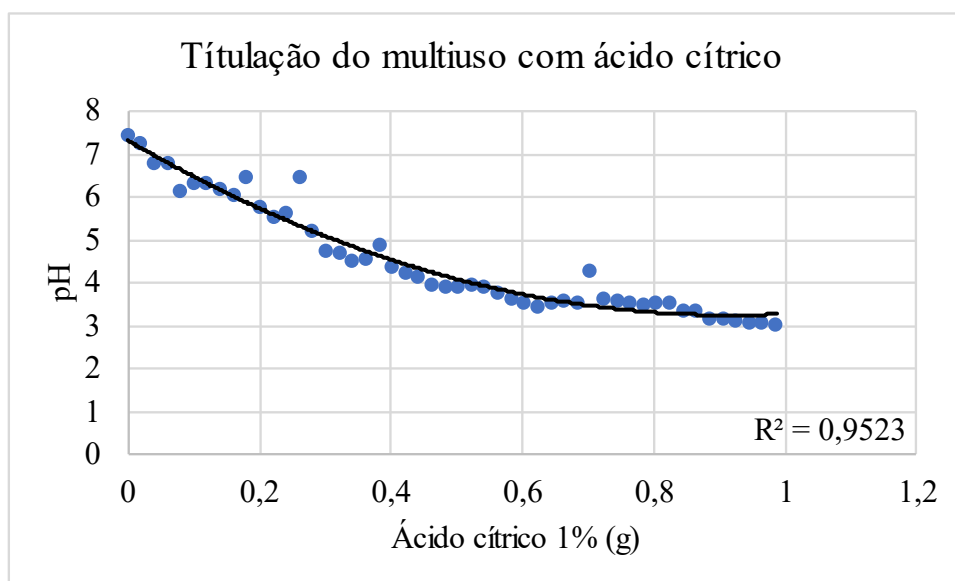
Nas Figuras 11 e 12, apresentam-se os gráficos que ilustram a relação entre o pH e a quantidade em massa da substância utilizada na correção do pH para o produto multiuso, com titulações de AMP a 0,5% e ácido cítrico a 1%, respectivamente. Conforme evidenciado na Figura 11, durante a titulação com AMP, observa-se um aumento progressivo do pH à medida que a quantidade em massa do AMP aumenta. Isso pode ser explicado pela concentração de íons OH^- resultante da adição do AMP. O pH se estabiliza em torno de 9,5, com pequenas flutuações. Por outro lado, para a titulação com ácido cítrico, o comportamento do gráfico assemelha-se ao observado nos gráficos do detergente e limpa vidros, alcançando uma estabilização em torno do pH 3.

Figura 11 – Comportamento do multiuso na titulação com AMP 0,5%.



Fonte: Autoria própria.

Figura 12 – Comportamento do multiuso na titulação com ácido cítrico 1%.



Fonte: Autoria própria.

As Equações 7 e 8 descrevem o comportamento do pH do produto multiuso em função da adição de AMP e ácido cítrico, respectivamente.

$$y = -1,6869x^4 + 7,9045x^3 - 12,715x^2 + 8,1142x + 7,7898 \quad (7)$$

$$y = 4,8429x^2 - 8,8779x + 7,3184 \quad (8)$$

A empresa de saneantes possui uma faixa fixa para os valores de pH de cada produto de acordo com a regulamentação da ANVISA apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Faixa de pH para cada produto

Produto	pH
Detergente	8,2 a 8,5
Limpa vidros	6,5 a 8,5
Multiuso	7,0 a 9,0

Fonte: Autoria própria.

Para verificar a precisão e validade das equações, foram realizados testes práticos. Inicialmente, determinou-se o pH desejado e, em seguida, utilizou-se a equação correspondente para calcular a quantidade de solução a ser adicionada em gramas. Posteriormente, essa quantidade foi incorporada ao produto e agitada. Após a agitação, o pH foi medido utilizando um medidor de bancada, e os resultados foram registrados conforme apresentado na Tabela 6. Para o cálculo do erro relativo percentual foi utilizado a Equação 9.

$$\frac{|pH \text{ desejado} - pH \text{ real}|}{pH \text{ real}} * 100 \quad (9)$$

Tabela 6 – Teste de correção do pH com as equações formuladas.

Produto	pH atual	pH desejado	pH real	Erro (%)
Detergente	7,5	8,3	8,1	2%
Multiuso	6,0	8,0	8,3	4%
Limpa vidros	4,6	7,5	6,9	9%

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 6, o pH atual representa o pH do produto antes da adição de qualquer solução. O pH desejado é o pH que se deseja obter inserindo na equação e tendo como resposta a quantidade de solução a ser adicionado ao produto. Já o pH real é o pH medido após a adição da solução a composição do produto. Como podemos observar, os resultados obtidos se mostram promissores, tendo em vista os baixos erros associados à utilização das equações para a correção do pH. Os valores desejados ficaram bem próximos dos valores reais medidos após a adição da solução, o que indica um bom sinal para a utilização das mesmas.

A resposta positiva dos três produtos às substâncias adicionadas para corrigir o pH foi notável. No caso do detergente lava-louças, observou-se uma melhoria na

consistência física, especialmente em relação à viscosidade, o que é crucial para garantir a eficácia do produto com uma menor quantidade de detergente.

A inclusão da soda cáustica proporcionou uma estabilidade superior em comparação à formulação sem correção, preservando a cor do produto e mantendo um ponto de turvação estável.

O AMP, usado na correção para o multiuso e limpador de vidros, integrou-se facilmente aos outros componentes das formulações, resultando em produtos mais homogêneos e estáveis. Sua compatibilidade com diversas superfícies melhora a qualidade do produto, atendendo às várias finalidades do multiuso e à capacidade de remoção de manchas do limpador de vidros.

É comum usar água de áreas calcárias na produção de saneantes, e mesmo após o tratamento, ela pode conter íons metálicos. Assim, o ácido cítrico é uma opção interessante, pois pode ser empregado para reduzir a dureza da água, garantindo a qualidade do saneante.

A estabilidade do pH é um desafio significativo para os saneantes, especialmente considerando as variações de temperatura durante o transporte e exportação para diferentes regiões, que podem afetar a cor e a transparência do produto. A inclusão das substâncias nos produtos melhorou significativamente a estabilidade do pH, preservando suas características originais. Em regiões mais frias, a instabilidade do pH poderia resultar na perda de cor e transparência do produto, levando a devoluções e prejuízos para a empresa. No entanto, com o uso das substâncias, não houve mais alterações no pH e as propriedades físicas do produto permaneceram estáveis.

7. CONCLUSÃO

As substâncias empregadas na correção do pH dos produtos mostraram-se positivas em relação à estabilidade do parâmetro, contribuindo não apenas para a conservação química, mas também para a manutenção dos parâmetros físicos. O controle preciso do pH assegurou a consistência da coloração dos produtos, a resistência à turvação e o gerenciamento da viscosidade. As características específicas de cada substância acrescentaram qualidade ao desempenho do produto, promovendo também a estabilidade da fórmula como um todo.

A utilização das equações para a correção do pH se mostrou bem promissoras, pois apresentaram um valor real bem próximo do teórico desejado. Além disso, a utilização de equações vem fomentar o controle de qualidade além de auxiliar e otimizar o processo de produção. Antes, o que era necessário eram correções e análises constantes durante a manipulação para o conserto do pH. Agora se torna mais eficaz com uma determinação teórica da quantidade de soluto corretor a ser adicionado ao seu respectivo produto, conferindo ainda mais segurança e respeitando os padrões estabelecidos pela vigilância sanitária.

Assim, pode-se concluir que a obtenção de equações da caracterização da curva de pH dos produtos em resposta a adição de ácidos ou base para correção se mostraram eficazes quanto ao seu propósito preestabelecido. A otimização do tempo de manipulação e produção dos produtos aqui estudados, tornam-se um fator de crescimento tanto tecnologicamente quanto financeiramente para a empresa, além de garantir um maior controle de qualidade nos produtos sendo a referência pela qual a qual a marca é conhecida.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. N. A. **Avaliação de parâmetros físico-químicos e eficácia antimicrobiana de saneantes domissanitários de abrangência local e nacional.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ces.ufcg.edu.br/periodicos/index.php/99cienciaeducacaoasaude25/articloe/view/153>>. Acessado em: 20/02/2024.

BROWN, Theodore L.; Lemay Jr., H. Eugene; Murphy, Catherine J. **Química: a ciência central.** 13. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 682, de 2 de maio de 2022. Diário Oficial da União, data de publicação, 04/05/2022.

CHANG, Raymond. **Química geral.** 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2014.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A. **Química.** 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

DIGIMED. Como funciona o eletrodo de pH?. YouTube, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R8uUYrnYJ7U&list=LL&index=3&ab_channel=DigimedAnal%C3%ADtica>. Acessado em: 20/02/2024.

FERNANDES, L. A. A. et al. Contextualização do ensino de química com a temática saneante. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, 2018. ISSN 2318-7603. Disponível em: <<http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2018/anais2018.html>>. Acesso em: 20/02/2024.

KOTZ, John C.; TREICHEL Jr., Paul M.; TOWNSEND, John R.; TREICHEL, David A. **Química Geral e Reações Químicas.** 4. ed. São Paulo: Cengage, 2023.

LIMA, M. et al. A química dos saneantes em tempos de covid-19: você sabe como isso funciona?. **Química Nova**, v. 43, n. 5, maio 2020.

MACEDO, G. S. **Uso dos saneantes nos espaços laborais da UnB: o que sabem os funcionários da limpeza?.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/4322/1/2012_GilmarasandesMacedo.pdf>. Acessado em: 20/02/2024.

MICHAEL, C. L. **Medidas experimentais do pH de alguns materiais do cotidiano citados nos livros de química do PNLD 2015.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/17601/1/2017_MichaelCavalcanteLima.pdf>. Acessado em: 20/02/2024.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio - Volume 2**. São Paulo: Scipione, 2016.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**: volume 2. 5. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

REIS, L. M. DOS et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de antissépticos e desinfetantes utilizados em um serviço público de saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 64, n. 5, p. 870–875, out. 2011.