



UNIVERSIDADE PARANAENSE
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

SENIVAL LUIS TOZZE DA SILVA JÚNIOR

**DESENVOLVIMENTO E EFICIÊNCIAS
DETERGENTES ENZIMÁTICOS**

SENIVAL LUIS TOZZE DA SILVA JÚNIOR

TCC 2021 – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPARCURSO
DE QUÍMICA INDUSTRIAL – SEMIPRESENCIAL

DESENVOLVIMENTO E EFICIÊNCIA DOS DETERGENTES ENZIMÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado à Banca Examinadora do Curso de Química Industrial, da Universidade Paranaense - UNIPAR, sob a orientação do Professor José Gaspar Ferrarezi, como Exigência Parcial para a Obtenção do Grau de Bacharel em Química Industrial.

Dedicatórias

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, pela saúde e a sua bondade; a minha esposa Lauren que sempre me incentivou e me ajudou nessa caminhada de estudos; aos meus pais, Senival e Aures, que sempre me ensinaram que o estudo e a dedicação eram os principais motivos para ter sucesso.

Senival Luis Tozze da Silva Júnior.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Deus nada conseguimos alcançar.

A minha esposa Lauren Gabrielle Almeida, agradeço de coração, pelas tantas vezes que não me deixou desistir, sempre me apoiando e me incentivando a terminar minha segunda graduação, confesso que não foi fácil chegar até aqui.

Aos meus pais, Senival Luiz da Silva e Aures Tozze da Silva, pela vida e também por ter me ensinado os princípios de um ser humano, a honestidade, a simplicidade e o amor a DEUS. Quando criança lembro muito bem, o quanto minha mamãe me cobrava pelas notas do antigo boletim, que sofrimento, mas hoje agradeço por isso, pois me ensinou que o estudo é um dos pilares para o sucesso na vida.

A minhas irmãs Sulene Maria da Silva Moreira e Elaine Cristina da Silva Medeiros, por serem as irmãs mais velhas sempre me cuidaram com o maior carinho. Aos meus sobrinhos, Joadyson da Silva Moreira e Jocyllen da Silva Moreira pelo ensinamento em ser Tio, que é uma honra. Aos meus cunhados Josuel de Castro Moreira e José Medeiros Júnior, pelo respeito e cumplicidade que sempre mantivemos.

Agradeço também meus sogros, João Maria de Almeida e Miriam Angst de Almeida por sempre terem me incentivado a concluir esse sonho, que é ser químico industrial. A minha cunhada Letícia Gabrielli de Almeida e seu esposo, José Fernando pela cumplicidade que sempre tivemos.

Agradeço imensamente ao meu mestre e orientador José Gaspar Ferrarezi, pela paciência e pelos seus ensinamentos, pois foi de grande valia pra eu chegar até aqui, muito obrigado professor, de coração.

Agradeço aos meus amigos de classe, como o Guilherme Vieira, um amigo que a faculdade me deu para a vida.

Sendo assim, termino meus agradecimentos e agradeço a todos que participaram de alguma forma para eu concluir meu sonho, que Deus em sua infinita bondade possa retribuir tudo que fizeram por mim.

Senival Luis Tozze da Silva Júnior

“O Senhor é o meu pastor, nada me faltará. Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas. Refrigerera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome. Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque Tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam. Preparas uma mesa perante a mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda. Certamente que a bondade e a misericórdia divina me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias”.

23 de Salmos, 1-6, Bíblia Sagrada.

UNIVERSIDADE

PARANAENSE

TCC 2021 – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPARCURSO
DE QUÍMICA INDUSTRIAL – SEMIPRESENCIAL



SEMIPRESENCIAL

DESENVOLVIMENTO E EFICIÊNCIA DOS DETERGENTES ENZIMÁTICOS

Senival Luis Tozze da Silva Júnior, senival.junior@edu.unipar.br

José Gaspar Ferrarezi, gaspar@prof.unipar.br

1. INTRODUÇÃO

Para comprovar a eficiência dos detergentes enzimáticos, teremos que entender como e porque realmente são produtos de alta eficácia. Os detergentes enzimáticos são desenvolvidos através de uma solução feita com enzimas capazes de dizimar micro- organismos presentes em restos de material orgânico.

Esse produto age contra as membranas de fungos, células e bactérias que possam estar presentes nos resíduos de locais diversos, tais como por máquinas e instrumentos em diversas áreas de abatedouros de aves, suínos e bovinos, laticínios, indústria de alimentos, hospitais, clínicas médicas, clínicas dentárias e em todo e qualquer local em que se possa proliferar fungos, células e bactérias (POLYORGANIC, 2016). Os detergentes enzimáticos são compostos basicamente de enzimas, surfactantes, solubilizantes e álcoois.

As enzimas, fundamentalmente, são catalisadores biológicos formados por longas cadeias de pequenas moléculas (aminoácidos) que apresentam como principal função acelerar a velocidade de uma reação química. No processo da limpeza, as enzimas agem como facilitadoras, quebrando cadeias complexas de proteína, carboidratos, amidos e gorduras.

Detergentes enzimáticos são ótimos para limpar toda e qualquer sujeira. Estes agem rapidamente biodegradando manchas de gordura, óleo, lama, carvão, vômitos, urinas, sangue, café ou alimentos, ou seja, micro-organismos presentes em restos de material orgânico, decompondo-os em elementos básicos (Carbono, Hidrogênio ou Oxigênio) e eliminando as sujeiras por completo.

O desenvolvimento de detergentes enzimáticos tem, como características positivas:

- Alta performance nas limpezas específicas;
- Possuem baixa agressividade ao local ou utensílio a ser limpo, aumentando a vida útil e removendo as sujeiras pesadas;
- Possuem maior poder de limpeza devido aos polímeros e enzimas que fazem parte da sua formulação, tais como: protease, amilase e celulase;
- Ótima relação de custo x benefício;
- Possuem processos simples na sua fabricação e manipulação (POLYORGANIC, 2016).
-

Outra grande vantagem dos detergentes enzimáticos é que não são tóxicos, sendo extremamente eficientes e seu poder de limpeza é muito superior aos detergentes convencionais. Eles removem odores completamente decompondo os materiais que causam o mal cheiro, tal como compostos orgânicos contendo nitrogênio ou átomos de enxofre (POLYORGANIC, 2017).

As propostas iniciais do presente estudo foram:

- Contribuir para o mercado de saneantes de detergentes enzimáticos com produtos inovadores, capazes de proporcionar maior performance na limpeza de superfícies e utensílios em geral.

- Desenvolver um detergente de alta eficácia e também que seja biodegradável (é classificado como biodegradável quando sua decomposição é rápida comparada aos produtos tradicionais).

- Registrar o detergente enzimático junto aos órgãos regulamentadores ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), e produzir em grande escala para comercialização do mesmo.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um detergente enzimático com alta eficiência e performance no combate das sujidades causadas pelas indústrias de alimentos, hospitais, lavanderias industriais e na linha doméstica, bem como testar a eficácia do detergente enzimático obtido como um produto ecologicamente correto, isento de fosfatos, que provocam grandes problemas relacionados à eutrofização de corpos aquáticos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O trabalho foi baseado em um projeto experimental de desenvolvimento e estudo de eficácia dos detergentes enzimáticos. O desenvolvimento de novos produtos saneantes segue um POP (Procedimento Operacional Padrão) com sequências normatizados pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), sendo assim, são apresentadas abaixo algumas etapas desse processo (ANVISA, RDC 47, 2013).

De uma forma geral, os detergentes estão catalogados na ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) como produtos saneantes. Saneantes são as substâncias ou preparações destinadas à higienização, desinfecção ou desinfestação hospitalar, industrial e domiciliar, em ambientes coletivos ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água (FIOCRUZ, 2017), e são divididos em cinco grupos principais: produtos de limpeza (detergentes, lava-louças, sabão de coco entre outros); os com ação antimicrobiana (tais como desinfetantes, esterilizantes, desodorizantes usados em diversos ambientes); os desinfetantes (raticidas ou inseticidas, por exemplo) e os produtos biológicos de uso domiciliar ou industrial (como os que são utilizados para remover matéria orgânica de caixas de gordura). Além de incluir aqueles empregados nos hospitais ou clínicas, tanto para superfície (limpar o chão, paredes entre outros) quanto para instrumentos e artigos médicos e odontológicos.

Sendo assim, todo desenvolvimento de produtos saneantes deve seguir as normas técnicas que a ANVISA determina, tais como: ensaios físico-químicos, testes de estabilidade, teste de eficiência e que serão utilizados como roteiro no desenvolvimento e no teste de eficácia do detergente enzimático.

Os detergentes enzimáticos são compostos basicamente de enzimas, surfactantes, solubilizantes e álcoois (ABIPLA, 2015).

As principais enzimas que contêm o princípio ativo para limpadores enzimáticos são:

- **PROTOASES:** interagem com as proteínas;
- **AMILASES:** interagem com os amidos;
- **CAROHIDRASES:** interagem com os carboidratos;
- **CELUSASE:** interagem com as celulosas;
- **LIPASES:** interagem com os lipídeos.

O trabalho priorizou os estudos nas principais enzimas com princípio ativo para limpadores, analisando a eficiência dos mesmos e todos os resultados obtidos no laboratório; dos ensaios físico/químico (pH, viscosidade e titulação); estudo de estabilidade; ponto de turvação; aparência; odor característico e poder de limpeza.

As enzimas podem sofrer influência de alguns fatores em sua atividade enzimática, tais como: temperatura ambiente, pH, concentração da enzima e concentração do substrato.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia para realização dos estudos foi dividida em duas etapas. Na primeira foi avaliada a influência das matérias primas utilizadas no desenvolvimento, como compatibilidade destes tensoativos (que ou o que diminui a tensão superficial de um líquido em que está dissolvido), poder de limpeza e categoria da matéria prima.

Na segunda etapa, foram avaliadas as etapas de desenvolvimento do detergente enzimático e a realização dos testes para validação dos parâmetros analíticos, tais como:

3.1 Análise de pH (potencial hidrogeniônico): é uma grandeza físico-química que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Sua escala varia entre 0 e 14, sendo que o pH 7 a 25°C, indica um pH neutro, abaixo desse valor refere-se a um meio ácido e acima de 7 indica um meio alcalino (básico). As leituras de pH são realizadas através de potenciômetro analógico ou digital (pHmetro) que mostra diretamente os resultados (PILCH et al, 2017). Segundo ANVISA, 2007, para os produtos incluídos na categoria de detergentes líquidos específicos para lavar louças manual de venda livre, o pH deve estar compreendido entre 5,5 e 9,5.

3.2 Ponto de turvação: O produto possui um limite de saturação e caso esse limite for ultrapassado, o eletrólito causa a desestabilização das micelas, acarretando perda de viscosidade e turvação, com posterior precipitação (NEVES, 2017).

3.3 Viscosidade: A viscosidade Copo Ford é medida pelo tempo que um volume fixo de líquido gasta para escoar através de um orifício existente no fundo de um recipiente (FARMACOPEIA, 2010).

3.4 Formação e Estabilidade de Espuma: A formação e a estabilidade de espuma são dadas através da agitação de um volume da solução formadora de espuma em uma proveta, contendo um volume fixo da mesma solução formadora e tem por objetivo medir o volume e a estabilidade da espuma de tensoativos (AZEVEDO et al, 2014).

3.5 Estabilidade Acelerada: A estabilidade é um parâmetro de validação muito pouco descrita em normas de validação de metodologia analítica, mas necessária para assegurar a qualidade, desde a fabricação até a expiração do prazo de validade. Variáveis relacionadas à formulação, ao processo de fabricação, ao material de acondicionamento e às condições ambientais e de transporte, assim como cada componente da formulação seja ativo ou não, podem influenciar na estabilidade do produto (ISAAC et al, 2008).

3.6 Densidade Relativa: também chamada de massa volumétrica de uma substância é equivalente à sua massa por unidade de volume. Isto é, trata-se da razão entre a massa da substância pelo espaço que ela ocupa.

3.7 Teste de Eficiência do Detergente Enzimático: O teste de eficiência ou eficácia de detergente enzimático é um resultado comparativo referente ao poder de limpeza de sujeira existentes em um determinado objeto.

3.8 Especificações do Detergente Enzimático

Tabela 1 – Nome comercial e função dos componentes do detergente enzimático

NOME COMERCIAL	FUNÇÃO
Propileno Glicol	Solvente – Estabilizante Enzimático
Glicerina Branca	Solvente – Estabilizante Enzimático
Ácido Sulfônico 90%	Tensoativo Aniônico
Lauril Éter Sulfato de Sódio	Tensoativo Aniônico
Poly RM 55	Tensoativo Não-Iônico
Água	Veículo
Polydisperse GLDA	Sequestrante
Polybac 7D	Conservante
Hidróxido de Sódio 50%	Alcalinizante/Neutralizante
Polyenz P 100	Enzima Protease
Polyenz ST 15000 L	Enzima Amilase
Polyenz 200	Enzima Celulase

3.8.1 Propileno Glicol

O propilenoglicol (propanodiol ou metilglicol) é um álcool poli-hídrico com fórmula química $C_3H_8O_2$. Tem forma de líquido viscoso, muito higroscópico e incolor. Além disso, é solúvel em água, mas também em etanol e acetona. O uso principal do propilenoglicol na indústria alimentar é como aditivo (E-1520), tem a função de agente umidificante, cristalizante e emulsionante (NUTRIENDA, 2019)

3.8.2 Glicerina Branca

A glicerina é um líquido espesso, neutro de sabor adocicado que na temperatura ambiente pode se ver e sentir ao tato, uma textura gelatinosa. Tem um ponto de ebulição alto. Muito usada na fabricação de sabonetes e produtos de beleza, tem grande poder umectante. É um ótimo solvente tanto para substâncias orgânicas quanto minerais. Possui um grande poder de estabilidade nas enzimas.

3.8.3 Ácido Sulfônico 90%

O ácido sulfônico (Linear dodecilbenzeno sulfonato de sódio) é o tensoativo mais utilizado, comumente chamado de ácido sulfônico. Praticamente, todos, os detergentes são formulados a partir dele (DALTIM, 2011). Apresenta afinidade por óleos, gorduras e superfícies das soluções com sólidos, líquidos ou gases, mas também pela água, podendo

pertencer aos dois meios. Essas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores dessas fases imiscíveis, formando emulsões, espuma suspensões, micro emulsões ou propiciando a umectação, formação de filmes líquidos e detergência de superfícies.

3.8.4 Lauril Éter Sulfato de Sódio

O lauril éter sulfato de sódio é uma mistura de alquilsulfatos de sódio, que são os surfactantes mais comuns em uma grande variedade de produtos. Um surfactante (o mesmo que tensoativo) é aquele capaz de modificar as propriedades da superfície de um líquido, ou seja, os surfactantes atuam reduzindo a tensão superficial do líquido, permitindo a sua interação com outras substâncias (ECYCLE, 2017).

3.8.5 Poly RM 55

O poly RM 55 é um álcool primário etoxilado ecologicamente correto, tensoativo de caráter não iônico compatível em diversos sistemas, agente surfactante para formulações de produtos de limpeza de alta performance (POLYORGANIC, 2017).

3.8.6 Água

A água é considerada um veículo, pois na formulação do detergente enzimático é a matéria prima com maior quantidade em peso/peso (P/P).

3.8.7 Polydisperse GLDA

O Polydisperse GLDA é um agente quelante de última geração, baseado no sal de aminoácido natural produzido por conversão bioquímica de material vegetal (como resíduos de açúcar da beterraba), o que resulta em um bom teste biológico (POLYORGANIC, 2017).

3.8.8 Polybac 7D

O Polybac 7D é uma mistura de Isotiazolinonas, formando o efetivo microbicidade amplo espectro de atuação, em base aquosa. Completamente solúvel em água e miscível em solventes polares. Efetivo em sistemas limpos ou contaminados (POLYORGANIC, 2017).

3.8.9 Hidróxido de Sódio 50%

O hidróxido de sódio (NaOH), também conhecido como soda cáustica, é um hidróxido cáustico usado na indústria como alcalinizante/neutralizantes (principalmente como uma base química) na fabricação de papel, tecidos, detergentes, alimentos e biodiesel.

3.8.10 Polyenz P 100

O Polyenz P100 é uma enzima protease alcalina líquida para uso em formulação de detergentes. Essa protease é hidrolisa a proteína insolúvel de manchas em peptídicos solúveis e aminoácidos que podem então ser facilmente removido de tecidos. (POLYORGANIC, 2017).

3.8.11 Polyenz ST 15000 L

O Polyenz ST 15000L é uma enzima de amilase líquida para uso regular em detergentes líquidos. Essa enzima foi projetada para aumentar o desempenho de limpeza em manchas resistentes de amido, em condições de lavagem a frio ou quente (POLYORGANIC, 2017).

3.8.12 Polyenz 200

O Polyenz 200 é uma enzima de celulase para uso em produtos líquidos. O principal benefício de adicionar uma celulase a um detergente é de hidratar e renovar as cores dos utensílios a ser lavados (POLYORGANIC, 2017).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 FORMULAÇÃO DO DETERGENTE ENZIMÁTICO

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram as formulações dos detergentes enzimáticos utilizados no presente trabalho.

Tabela 2 - Formulação I para o detergente enzimático

NOME COMERCIAL	% P/P (Porcentagem em Peso/Peso)
Propileno Glicol	3%
Glicerina Branca	1,50%
Ácido Sulfônico 90%	3,50%
Lauril Éter Sulfato de Sódio	5%
Poly RM 55	2%
Água	Q.S.P. 100%
Polydisperse GLDA	1%
Polybac 7D	0,1%
Hidróxido de Sódio 50%	Q.S.P. PH 8,50
Polyenz P 100	0,08%
Polyenz ST 15000 L	0,025%
Polyenz 200	0,08%

Tabela 3 - Formulação II para o detergente enzimático

NOME COMERCIAL	% P/P (Porcentagem em Peso/Peso)
Propileno Glicol	3%
Glicerina Branca	1,50%
Ácido Sulfônico 90%	3,50%
Lauril Éter Sulfato de Sódio	5%
Poly RM 55	2%
Água	Q.S.P. 100%
Polydisperse GLDA	1%
Polybac 7D	0,1%
Hidróxido de Sódio 50%	Q.S.P. PH 8,50
Polyenz P 100	0,09%
Polyenz ST 15000 L	0,035%
Polyenz 200	0,09%

Tabela 4 - Formulação III para o detergente enzimático

NOME COMERCIAL	% P/P (Porcentagem em Peso/Peso)
Propileno Glicol	3%
Glicerina Branca	1,50%
Ácido Sulfônico 90%	3,50%
Lauril Éter Sulfato de Sódio	5%
Poly RM 55	2%
Água	Q.S.P. 100%
Polydisperse GLDA	1%
Polybac 7D	0,1%
Hidróxido de Sódio 50%	Q.S.P. PH 8,50
Polyenz P 100	0,1%
Polyenz ST 15000 L	0,05%
Polyenz 200	0,1%

Para a realização do desenvolvimento da formulação do detergente enzimático realizara-se três testes piloto de uma nova composição das enzimas Polyenz P100, Polyenz ST 15000 L e Polyenz 200. Entre o primeiro, segundo e o terceiro teste ajustou-se a quantidade das enzimas, sendo que a opção do desenvolvimento foi por um blend de 03 tipos de enzimas. Após as alterações das enzimas, as formulações ficaram prontas. Produto ficou pronto. Entre todos os testes piloto foram realizadas análises de pH (potencial hidrogeniônico), Ponto de turvação, Viscosidade, Espumação, Estabilidade Acelerada e Densidade Relativa.

Para realizar os testes das formulações, utilizou-se um agitador mecânico conforme a Figura 1 abaixo.



Figura 1 – agitador mecânico utilizado nos testes de formulação de detergente enzimático.

Fonte: autor.

4.1.4 Análise de pH (potencial hidrogeniônico)

Nesta análise, retirou-se o eletrodo da solução de cloreto de potássio (KCl), lavou-se o eletrodo do pHmetro com água destilada, secou-se o mesmo com papel higiênico 100% celulose neutro e macio, mergulhou-se o eletrodo no detergente enzimático puro e, deixou-se o pH estabilizar, retirou-se o eletrodo, lavou-se o mesmo, secou-se e mergulhou-se em solução de cloreto de potássio (KCl).

Para a realização desta análise utilizou-se um pHmetro de bancada, conforme a Figura 2 abaixo.



Figura 2 – pHmetro utilizado nos testes de formulação do detergente enzimático.

Fonte: autor.

4.1.5 Ponto de turvação

Para realizar esta análise, utilizou-se 1 copo de Becker contendo gelo, cloreto de sódio e água, 1 tubo de ensaio, 1 termômetro e 2ml do produto pronto. Colocou-se o produto no tubo de ensaio juntamente com o produto colocou-se o termômetro e, inseriu-se o tubo de ensaio dentro do copo de Becker, agitou-se o tubo de ensaio e observou-se em qual temperatura o produto turvou, conforme Figura 3 abaixo.

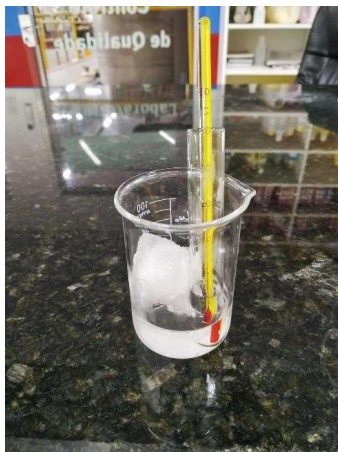


Figura 3 – Montagem experimental para a determinação do ponto de turvação.
Fonte: autor.

4.1.6 Viscosidade

Para realizar esta análise, utilizou-se viscosímetro do tipo Copo Ford número 4 (Figura 4), calibrado, medindo, portanto, a viscosidade elástica do produto analisado. Homogeneizou-se a amostra e averiguou-se a temperatura. Fechou-se o orifício do viscosímetro e preencheu-se o copo com a amostra, nivelando a mesma com o auxílio de uma placa de vidro. Abriu-se o orifício do viscosímetro e acionou-se o cronômetro. Parou-se o cronômetro quando houve a primeira interrupção do fluxo e anotou-se os segundos transcorridos, obtendo-se o resultado em tempo (segundos ou minutos), conforme a foto abaixo.



Figura 4 - Viscosímetro do tipo Copo Ford número 4.
Fonte: autor.

4.1.7 Formação e Estabilidade de Espuma

Para a análise de determinação da formação e estabilidade de espuma foi necessário dividir em duas etapas. Na primeira etapa preparou-se uma solução 1% m/v da amostra a ser analisada. Após o preparo da solução, foi retirada uma alíquota de 10 mL e transferida a uma proveta de 100 mL. Em seguida a proveta foi agitada de forma vigorosa por cerca de 30 segundos. Após a agitação, a proveta foi colocada sobre bancada, para ser lido e anotado o valor do volume do líquido mais o volume de espuma. O sistema foi mantido em repouso por 5 minutos. Passados os 5 minutos, foi novamente lido e anotado o valor do volume do líquido mais o volume de espuma, para a determinação da estabilidade da espuma.

A Equação I foi usada para determinar a porcentagem de espuma instantânea e a Equação II para determinar a porcentagem de espuma estabilizada. A Equação III foi utilizada para calcular a porcentagem da diferença entre a espuma instantânea e a espuma estabilizada. Vale ressaltar que, quanto mais próximo de zero for a diferença, maior será a estabilidade da espuma formada e os resultados da altura da espuma no tempo 0 e 5 minutos, onde V_i é o volume inicial e o V_s é o volume da Solução. A fórmula utilizada segue abaixo:

$$\%E_{instantânea} = \frac{V_i - V_s}{V_s} \times 100 \quad (1)$$

$$\%E_{estabilizada} = \frac{V_f - V_s}{V_s} \times 100 \quad (2)$$

$$Resultado = \%E_{instantânea} - \%E_{estabilizada} \quad (3)$$

A Figura do teste de Formação e Estabilidade de Espuma é mostrada a seguir (Figura 5).



Figura 5 – Teste de formação e estabilidade de espuma.
Fonte: autor.

4.1.8 Estabilidade Acelerada

Para determinação da estabilidade acelerada do detergente, colocou-se uma certa quantidade de detergente na estufa de aceleração, deixando a amostra a 54°C durante 14 dias, caso não haja uma degradação intensa pela temperatura do produto, conforme a Figura 6.



Figura 6 – Estufa utilizada para determinação da estabilidade acelerada do detergente enzimático.

Fonte: autor.

4.1.9 Densidade Relativa

Para determinação da densidade relativa do detergente enzimático, pesamos o picnômetro calibrado de 100 mL vazio na balança analítica e anotamos o peso do mesmo. Em seguida, colocamos água até a marcação da calibração de 100mL e seu peso tem que ser igual a 100 g. Colocamos o detergente enzimático até a marcação de calibração de 100 mL e pesa-se o picnômetro na balança analítica descontando o peso inicial do picnômetro. Em seguida, divide-se a massa do detergente enzimático por 100 g e encontra-se a densidade relativa.

4.2.0 Teste de Eficiência do Detergente Enzimático

Para determinação do teste de eficiência do detergente enzimático, foram necessários os seguintes materiais:

- Prato de vidro;
- Esponja;
- Balança semi-analítica;
- Sangue de porco;
- Margarina;
- Molho de tomate
- Becker 100 ml;
- Espátula.

O teste de eficiência do detergente enzimático consistiu-se no preparo de uma amostra inicial para realizar a sujidade de oito pratos. Essa amostra possuía em valores percentuais: 20% de sangue de porco, 20% de margarina e 60 % de extrato de tomate, que foram homogeneizados em um Becker de 100mL com auxílio de uma espátula.

Em seguida, pesou-se a quantidade padrão de 1,5 g da sujidade preparada e espalhou-as nos pratos previamente limpos de forma uniforme, deixando-os secar por 2 horas.

Após a secagem, pesou-se e adicionou-se 1,0 g de detergente enzimático somado a 20 mL de água em uma esponja. Os pratos foram empilhados de forma que o líquido restante da limpeza do primeiro prato fosse contido no próximo prato, e assim sucessivamente até que o líquido proveniente da esponja não apresentasse mais espuma. Anotou-se a quantidade de pratos limpos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizadas as análises físico-químicas do detergente enzimático desenvolvido, obtiveram-se os resultados apresentados nas Tabelas abaixo.

Tabela 5 – Resultados das análises dos testes analíticos

ANÁLISES	FORMULAÇÃO 01	FORMULAÇÃO 02	FORMULAÇÃO 03
pH	8,49	8,48	8,47
Ponto de turvação	2° C	2° C	2° C
Viscosidade	13 s – 33,42 cP	14 s – 37,35 cP	14 s – 37,38 cP
Espumação	77mL	72mL	69mL
Estabilidade Acelerada	Sem Degradação Intensa	Sem Degradação Intensa	Sem Degradação Intensa
Densidade Relativa	1,022 g/mL	1,022 g/mL	1,023 g/mL

Considerando-se os parâmetros de controle de qualidade estabelecidos internamente pela empresa, segundo sua formulação industrial própria, ao analisarmos o conjunto dos resultados das Tabelas 5, 6 e 7, pode-se afirmar que todas as três amostras formuladas no laboratório apresentaram resultados satisfatórios, sendo que todas as análises físico-químicas demonstraram que, na maioria das vezes, não houve variações significativas entre as formulações I, II e III.

Em relação ao pH, os resultados se apresentaram muito próximos entre si nas três formulações. Segundo a Resolução ANVISA – RDC número 55, de 14/11/2012 (ANVISA, 2012), a faixa de pH indicada para o detergente enzimático deve estar entre 5,5 e 9,5. Assim, conforme as Tabelas 5, 6 e 7, os valores para as três formulações estão dentro da faixa exigida pela legislação. Este parâmetro (pH) é de fundamental importância para permitir a aprovação do produto segundo as normas estabelecida pela ANVISA.

Em relação ao ponto de turvação, os resultados foram idênticos para as três amostras. Com relação à viscosidade, houve uma variação muito pequena, dentro do limite esperado de variações.

No teste de espumação foi onde notou-se uma variação um pouco maior, chegando a 11% em relação à formulação I e à formulação III. A variação da densidade entre as formulações foi muito pequena.

Com relação ao teste de eficácia do detergente enzimático, este foi muito satisfatório, pois todos os oito pratos tiveram as sujidades integralmente dissolvidas, sendo que as três formulações obtiveram um resultado muito semelhante.

Para se realizar o registro definitivo do produto nos órgãos competentes, para sua comercialização ser liberada, são necessários ainda outros testes, que devem ser realizados em laboratórios credenciados junto aos órgãos fiscalizadores, etapa esta que será realizada posteriormente.

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de detergente enzimático foi um desafio muito grande para a empresa e os profissionais envolvidos no mesmo, pois a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos exigem muitos estudos, ensaios e dedicação do pessoal envolvido no processo.

A utilização das enzimas, em forma de blend, foi uma experiência nova e conseguiu-se desenvolver um detergente estabilizado em todos os parâmetros físico- químicos, de acordo com a especificação do controle de qualidade interno da empresa.

Pode-se concluir também que, de acordo com a comparação de um dos parâmetros definidos pela ANVISA (o pH), os detergentes enzimáticos desenvolvidos se apresentaram dentro dos parâmetros exigidos pela legislação específica da área.

Conclui-se também que as enzimas são muito importantes para se obter um detergente de alta eficácia na limpeza, pois os testes comprovaram que as enzimas realmente fazem a diferença na capacidade de limpeza.

7. REFERÊNCIAS

ABIPLA. **Anuário 2016**. 11. ed. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA), 2016.

ABIPLA. **Anuário 2017**. 12. ed. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA), 2017.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 55, DE 14 DE NOVEMBRO DE 2012. Disponível em:<www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 22 de março 2021.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 47, DE 25 DE OUTUBRO DE 2013. Disponível em:<www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 22 de março 2021.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Manual do usuário peticionamento eletrônico de registro de produto saneante. Brasília-DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2016. Disponível em:<www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 22 de março 2021.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**, vol. 1. 5. ed. Brasília, 2010b.

DECIO, Daltin. **Tensoativos**. Química, propriedade e aplicações. São Paulo: Blucher.2011.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ. **INCQS** – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, 2017. Disponível em: <https://www.incqs.fiocruz.br>. Acessado em: 01 de março 2021.

POLYORGANIC. **Desenvolvimento de detergente enzimático**, 2016. Disponível em: <https://polyorganic.com.br>. Acessado em: 01 de março 2021.

TCC 2021 – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL –
SEMI-PRESENCIAL