



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
KARYNA FERNANDES DE SOUZA

**DETERGENTE ENZIMÁTICO: DESENVOLVIMENTO DE UMA FORMULAÇÃO
MAIS SUSTENTÁVEL PARA UM DETERGENTE LAVA ROUPAS**

Tubarão
2019



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
KARYNA FERNANDES DE SOUZA

**DETERGENTE ENZIMÁTICO: DESENVOLVIMENTO DE UMA FORMULAÇÃO
MAIS SUSTENTÁVEL PARA UM DETERGENTE LAVA ROUPAS**

Relatório Técnico/Científico apresentado ao Curso de Química Bacharel da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Prof. Dr. Jair Juarez João (Orientador)

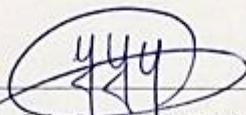
Tubarão
2019

KARYNA FERNANDES DE SOUZA

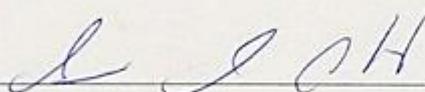
**DETERGENTE ENZIMÁTICO: DESENVOLVIMENTO DE UMA
FORMULAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL PARA UM DETERGENTE LAVA
ROUPAS**

Este relatório técnico/científico foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Química Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina.

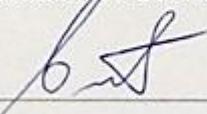
Tubarão, 29 de novembro de 2019.



Prof. Dr. Jair Juárez João (Orientador)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Dra. Suzana Cimara Batista (Avaliadora)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. MSc. César Renato Alves da Rosa (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a Deus, por ser essencial em minha vida. À minha família, principalmente meus pais, Amilton e Sirlei, pelo total apoio e pelas orações. Também dedico a todos aqueles que de alguma maneira me ajudaram durante esta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me iluminado e me guiado desde o início desta caminhada até o presente momento. A Ele sou agradecida por ter feito este sonho realidade e por ter me proporcionado sabedoria em cada passo do curso, pois sem Ele nada disto teria sido possível.

Agradeço ao meu pai, Amilton, e a minha mãe, Sirlei, por todo o esforço que eles fizeram para que eu tivesse a oportunidade de chegar até aqui e por seu carinho, suas orações, seus conselhos, seus abraços, seu amor. Eles foram um dos principais motivos de eu sempre seguir em frente e dar o melhor de mim em cada matéria e em cada situação de todos os aspectos da minha vida.

Às minhas irmãs Priscila e Sabrina, aos meus cunhados Marco Antonio e Mayck Roberto e aos meus sobrinhos Níckolas Matheo, Valentina, Noelia Meriam e Catarina, que estiveram presentes durante este processo e me animaram a me esforçar ao máximo em todo momento.

A todos os meus familiares que me acompanharam durante esta trajetória, que torceram por mim e oraram para que Deus me ajudasse durante ela, em especial à minha tia Solange (in memoriam), por todo o incentivo que me proporcionou na vida e nos estudos, e à minha vó Elza (in memoriam) por todas as orações que realizou por mim para que Deus iluminasse o meu caminho.

Agradeço a todos os meus amigos por todos os momentos de alegria, de ansiedade e de força durante esta jornada, como a Mychelli e a Ellys, e ao companheirismo dentro e fora das salas de aula principalmente da minha querida amiga Renata e dos meus colegas e amigos Eduardo, Flávia, Eduarda, Bárbara, Gean, Felipe, e tantos outros. Sei que todos serão ótimos profissionais.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Jair Juarez João, por toda a sua disposição para me orientar e ao seu empenho, sua confiança e seu incentivo em relação ao trabalho desenvolvido. Obrigada por me manter motivada desde o início do projeto.

À professora Dr^a Maria Ana Marcon por todo o apoio a mim demonstrado desde a minha entrada na faculdade. Desde o primeiro semestre tivemos uma ótima comunicação e foi um prazer ser a representante do curso de Química Bacharel nos últimos dois anos do curso ao seu lado. Você sempre me trará boas recordações da minha trajetória estudantil na faculdade.

Ao professor Gilson Rocha Reynaldo por sempre ser tão prestativo e nos mostrar que somos capazes de realizar nossos sonhos. Obrigada por toda a sua atenção ao tirar minhas dúvidas no desenvolvimento deste trabalho e por todo o seu incentivo.

Agradeço a todos os professores que me proporcionaram tantos conhecimentos e tantos aprendizados brilhantes durante estes quatro anos na faculdade. A vocês minha gratidão por tudo o que me foi ensinado e minha admiração pela excelência com que realizaram esta tarefa.

Sou grata à Universidade do Sul de Santa Catarina e ao curso de Química Bacharel pela qualidade do ensino oferecido e por me proporcionarem os conhecimentos necessários para a minha formação profissional no Ensino Superior. Também a todos os funcionários por tudo, principalmente ao senhor Geraldo por sempre permitir que eu ficasse na sala de aula até a hora de pegar a topique quando ele precisava organizá-las, apagar as luzes e fechá-las.

Por fim, agradeço à empresa por ter me proporcionado a oportunidade de estágio durante um ano, pois adquiri muitas experiências durante essa jornada e me tornei uma profissional mais qualificada. Agradeço pela parceria principalmente dos colegas do Departamento Técnico da empresa, senhor Francisco, Eraldo e Roberto, que desde o início abraçaram a ideia deste projeto e estiveram muito presentes em todo o processo me fornecendo informações e experiências valiosas na área profissional.

A todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

“Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre de Deus em tudo o que fizer, e Ele lhe mostrará o caminho certo”. (BÍBLIA, Provérbios, 3:5-6).

RESUMO

Na atualidade a preocupação por parte dos consumidores dos mercados em relação aos cuidados para com o meio ambiente está crescendo e, junto a este fator, a procura por produtos que sejam produzidos com ingredientes biodegradáveis, também cresce. Esta informação é demonstrada na pesquisa realizada no início deste trabalho onde mais de 50% dos entrevistados mostram interesse por produtos que sejam mais sustentáveis na hora da compra. O presente trabalho trouxe como proposta o desenvolvimento de uma nova formulação de detergente lava roupas com a inclusão de enzimas, substâncias biodegradáveis, visando acompanhar a tendência de mercado mundial. As formulações foram desenvolvidas no laboratório de uma empresa de produtos de limpeza, localizada na cidade de Capivari de Baixo, com matérias primas já presentes na empresa e outras que foram solicitadas aos novos fornecedores. Através de diversas manipulações foram selecionados ou descartados diferentes ingredientes até chegar à formulação que foi proposta neste estudo, escolhida a partir dos resultados obtidos dos testes de caracterização como pH, viscosidade, densidade e estabilidade. Após a escolha da formulação, testes foram realizados para verificar a eficiência das enzimas contidas no detergente da formulação desenvolvida. Os resultados obtidos referentes à formulação proposta foram comparados aos da formulação de um detergente lava roupas sem enzimas convencional da empresa e aos das formulações de detergentes lava roupas enzimáticos de um concorrente líder do mercado de produtos de limpeza e de um concorrente direto. Os resultados mostraram coerência na maioria dos dados, ficando a fórmula proposta atrás apenas do concorrente líder do mercado em questão de eficiência das enzimas na formulação para retirada das manchas dos tecidos, mas com resultados melhores e mais positivos que a fórmula do detergente convencional sem enzimas da empresa e também do concorrente direto. Por fim, através de um levantamento financeiro realizado, a formulação desenvolvida resultou em um custo financeiro adequado, tomando uma ótima posição diante dos concorrentes e com eficiência do produto comprovada pelos testes realizados.

Palavras-chave: Produtos de limpeza. Detergente lava roupas. Enzimas.

ABSTRACT, RÉSUMÉ OU RESUMEN

Currently the consumer concern about environmental care is growing and alongside with this factor, the search for products that are produced with biodegradable ingredients also grows. This information is shown in the survey conducted at the beginning of this paper, where more than 50% of respondents show interest in products that are more sustainable at the time of purchase. The present work brought as a proposal the development of a new formula of laundry detergent including enzymes, biodegradable substances, following market trends. The formulations were developed in the laboratory of a cleaning products company located in Capivari de Baixo, with raw materials already present in the company and others that have been requested from new suppliers. After conducting various manipulations were selected or discarded each of the ingredients arriving formulation that is proposed in this study, chosen from the results of the characterization tests such as pH, viscosity, density and stability of the formula. After the choice of the formulation, tests were made to verify the efficiency of the enzymes contained in the detergent with a new developed formulation. The obtained values of the proposed formulation were compared to the formula of a laundry conventional detergent with no enzymes from the company and to the formulas of enzymatic laundry detergents from a company considered one of the leaders of the cleaning products market and of a direct concurrent. The results showed consistency in most data, with the proposed formula behind only the market-leading concurrent in terms of enzyme efficiency in the formulation of tissues stain removal, but with better and positive results than the conventional detergent from the company and also the direct concurrent. Finally, through a financial survey, the developed formulation resulted in an appropriate financial cost, taking a great position against competitors and with efficiency of the product proven by the performed tests.

Keywords: Cleaning products. Laundry Detergent. Enzymes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição das empresas de produtos de limpeza no Brasil.....	22
Figura 2 - Composição de um detergente líquido.....	26
Figura 3 - Relação enzima, sítio ativo e substrato.....	31
Figura 4 - Comparação do caminho da reação sem enzima e com enzima.....	32
Figura 5 - Medida do pH com o pHmetro de bancada	41
Figura 6 - Medida da densidade com o densímetro de metal	42
Figura 7 - Determinação da viscosidade pelo método copo Ford	43
Figura 8 - Verificação da estabilidade na geladeira	43
Figura 9 - Ilustração de uma <i>tergotometer</i>	49
Figura 10 - Espectrofotômetro Minolta CM 2600d.....	50
Figura 11 – Aspecto final da formulação proposta.....	57
Figura 12 – Toalha de algodão com as devidas marcações para recorte.....	61
Figura 13 – Toalha de algodão cortada em tamanhos 10x10 cm sem manchas.....	61
Figura 14 - Agentes manchantes utilizados para a realização do manchamento de tecidos	62
Figura 15 – Retirada da quantidade de agente manchante determinada necessária para o manchamento.....	62
Figura 16 - Aplicação da mancha no tecido de algodão.....	62
Figura 17 - Tecidos de algodão cortados com as manchas aplicadas.....	63
Figura 18 - Tecido com mancha em tempo de molho	64
Figura 19 - Processo de lavagem.....	64
Figura 20 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação de concorrente (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)	65
Figura 21 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação atual da empresa (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)	66
Figura 22 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação proposta (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25°C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)	67

Figura 23 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação de concorrente (Coluna 1 - Esquerda) e após processo de lavagem a aproximadamente 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita).....	69
Figura 24 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação atual da empresa (Coluna 1 - Esquerda) e após processo de lavagem a aprox. 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita).....	70
Figura 25 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação proposta (Coluna 1 – Esquerda) e após processo de lavagem a aprox. 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 – Direita)	72
Figura 26 - Tecidos com mancha de achocolatado.....	74
Figura 27 - Tecidos com mancha de espinafre	75
Figura 28- Tecidos com mancha de sorvete de chocolate	76
Figura 29 - Tecidos com manchas de mingau de aveia e chocolate.....	77
Figura 30 - Tecidos com manchas de vitamina de banana	78
Figura 31- Tecidos EMPA com mancha de bebida de cacau	79
Figura 32 - Tecidos EMPA com manchas de sangue, leite e <i>carbon black</i>	80
Figura 33 - Tecidos EMPA com manchas de amido de mandioca e corante	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado da primeira afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da sua disposição a pagar mais caro por um produto mais sustentável	52
Gráfico 2 - Resultado da segunda afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da importância da embalagem ser sustentável/reciclada	53
Gráfico 3 - Resultado da terceira afirmação apresentada aos entrevistados a respeito do produto de limpeza que compram com mais frequência para cuidados com a roupa	53
Gráfico 4 - Resultado da quarta afirmação apresentada aos entrevistados a respeito das manchas que sentem mais dificuldade de tirar da roupa	54
Gráfico 5 - Resultado da quinta afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da presença de substâncias biodegradáveis na fórmula do produto que o tornam mais eficiente para o uso de limpeza de manchas específicas fazerem com que o entrevistado fique com o produto.....	55
Gráfico 6 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de achocolatado	74
Gráfico 7 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de espinafre	75
Gráfico 8 - Teste de performance realizado com tecidos com mancha de sorvete de chocolate	76
Gráfico 9 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de mingau de aveia e chocolate.....	77
Gráfico 10 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de vitamina de banana	78
Gráfico 11 – Teste de performance realizado com tecido com mancha de bebida de cacau ...	79
Gráfico 12 - Teste de performance realizado com tecido com manchas de sangue, leite e <i>carbon black</i>	80
Gráfico 13 - Teste de performance realizado com tecido com manchas de amido de mandioca e corante.....	81
Gráfico 14 - Teste de performance	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manchas avaliadas.....	48
Tabela 2 – Formulação proposta	56
Tabela 3 – Resultados das medidas de pH das formulações	58
Tabela 4 - Resultados de determinação das densidades das formulações	59
Tabela 5 - Resultados das viscosidades de cada formulação.....	59
Tabela 6 - Resultados da estabilidade das formulações de cada produto testado.....	60
Tabela 7 – Custos das matérias primas para a formulação proposta para 1 L do produto	83
Tabela 8 - Custos para 1 L do produto	84
Tabela 9 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final ...	84
Tabela 10 - Custos para 2 L do produto	84
Tabela 11 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final .	85
Tabela 12 - Custos de 5 L do produto	85
Tabela 13 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final .	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	17
1.2	HIPÓTESES	18
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo geral	19
1.3.1.1	Objetivos específicos.....	19
1.4	RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DA PESQUISA	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	A INDÚSTRIA DOS PRODUTOS DE LIMPEZA	21
2.1.1	O mercado de produtos de limpeza	22
2.1.2	O setor de produtos de limpeza no desenvolvimento mais sustentável de novos produtos.....	23
2.1.3	Necessidade de inovação na indústria de saneantes	24
2.2	DETERGENTES	25
2.2.1	Composição dos detergentes.....	26
2.2.1.1	Aplicação de enzimas como aditivos em detergentes	27
2.3	ENZIMAS.....	27
2.3.1	Classificação das enzimas	28
2.3.2	Enzimas utilizadas em detergentes	28
2.3.2.1	Amilases	29
2.3.2.2	Celulases.....	29
2.3.2.3	Proteases	29
2.3.2.4	Lipases.....	30
2.3.3	Energia e catálise enzimática	30
2.3.4	Influências externas nas enzimas	32
2.3.4.1	Temperatura.....	32
2.3.4.2	pH.....	33
2.3.5	Testes de eficiência das enzimas no detergente lava roupas	33
2.4	BIOTECNOLOGIA E AMBIENTE.....	34
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1	A PESQUISA EFETUADA	36

3.1.1 Instrumentos de coleta de dados	37
3.2 O PROCESSO	37
3.2.1 Pesquisa de opinião	38
3.2.2 Componentes da formulação	39
3.2.3 Manipulações	40
3.2.4 Ensaio de caracterização	41
3.2.4.1 Medida do pH	41
3.2.4.2 Determinação da densidade	42
3.2.4.3 Determinação da viscosidade	42
3.2.4.4 Verificação da estabilidade.....	43
3.2.5 Testes de eficiência das enzimas na formulação	44
3.2.5.1 Testes realizados na própria empresa de maneira visual	44
3.2.5.1.1 <i>Preparação da amostra</i>	44
3.2.5.1.2 <i>Preparação dos tecidos</i>	45
3.2.5.1.3 <i>Processo de manchamento</i>	45
3.2.5.1.4 <i>Processo de lavagem</i>	46
3.2.5.2 Testes na empresa fornecedora das enzimas	47
3.2.5.2.1 <i>Preparação da mancha</i>	48
3.2.5.2.2 <i>Preparação da tergotometer</i>	48
3.2.5.2.3 <i>Etapas do processo</i>	49
3.2.6 Viabilidade financeira	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 RESULTADO DA PESQUISA COM OS CONSUMIDORES	52
4.2 FORMULAÇÃO APRESENTADA.....	55
4.3 RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO	57
4.3.1 pH	57
4.3.2 Densidade	58
4.3.3 Viscosidade	59
4.3.4 Estabilidade	60
4.4 RESULTADOS DOS TESTES DE EFICIÊNCIA DAS ENZIMAS NA FORMULAÇÃO PROPOSTA.....	60
4.4.1 Testes realizados na própria empresa	60
4.4.2 Testes realizados na empresa fornecedora das enzimas	73
4.5 ANÁLISE DOS CUSTOS DAS MATÉRIAS PRIMAS	83

5 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS	89
ANEXOS	92
ANEXO A – TÍTULO DO ANEXO A	93
ANEXO B – TÍTULO DO ANEXO B	94
APÊNDICE – TÍTULO DO APÊNDICE A	96
APÊNDICE – TÍTULO DO APÊNDICE B	97

1 INTRODUÇÃO

Os produtos de limpeza, nos dias atuais, já são considerados itens essenciais nas cestas de compras das pessoas ao redor do mundo, pois o cuidado com a limpeza tem se tornado parte do cotidiano da população.

A manutenção do lar liderava, em 2012, o ranking de gastos dos brasileiros com 25,5% do total. (SEBRAE, 2014?). De acordo com levantamentos realizados pelos institutos de pesquisa Euromonitor, Nielsen e Kantar em parceria com a Abipla (Associação Brasileira de Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins), o Brasil é considerado o quarto mercado mundial de produtos de limpeza, perdendo apenas para os Estados Unidos, China e Japão. (H&C, 2019c).

A cada ano, o uso de produtos de limpeza tem incrementado de maneira significativa no mercado e o desenvolvimento de novas formulações vem proporcionando produtos de limpeza mais diferenciados para o consumidor. Com isto, uma das inovações atualmente neste campo é o uso de enzimas nas formulações dos detergentes.

O detergente, termo que vem do latim *detergere*, cujo significado é “limpar”, é por definição um agente de limpeza que tem propriedades que permitem que seja utilizado para auxiliar na remoção de sujeira. A produção dos detergentes iniciou no ano de 1890 com o químico alemão A. Krafft, que realizou esta descoberta e chegou à conclusão de que pequenas cadeias de moléculas ligadas ao álcool funcionavam como sabão. Foi só a partir da Primeira Guerra Mundial, durante a falta de gordura para a produção de sabões na Alemanha, que se deu início à produção de detergentes sintéticos com o desenvolvimento do primeiro detergente sintético de uso comercial realizado por dois alemães. (FOGAÇA, 2013).

Detergentes podem ter diversos ingredientes em sua composição, e dentre estes se destacam as enzimas. As enzimas são grandes parceiras das limpezas, desde as mais fáceis até as mais difíceis, sendo que 40% da sua produção é destinada aos produtos de limpeza. Um estudo realizado pela Universidade Estadual do Norte Fluminense demonstrou que o detergente enzimático é muito melhor que o produto normal porque sua ação é muito mais rápida, o risco à saúde diminui, e em relação ao meio ambiente é muito melhor, já que é biodegradável, o que o torna mais sustentável. Além disso, o consumo de energia e os ciclos de lavagem nas máquinas se veem reduzidos. (BATISTA, 2017b).

A inclusão destes biocatalisadores nos detergentes para roupas faz com que estes novos produtos com uma nova formulação desenvolvida sejam mais eficazes que os produtos tradicionais. Isto é um fato, já que as enzimas aceleram o processo de limpeza. Ao entrarem

em contato com a sujeira, fazem com que as moléculas de sujeira sejam quebradas em frações menores, e assim essas sujidades sejam removidas das roupas sem muita dificuldade ao se tornarem solúveis e, posteriormente, removidas pelos detergentes lava roupas.

De maneira geral, todas as enzimas cooperam para a preservação do meio ambiente e pode-se fazer uso do marketing para atender à preocupação que se tem cada vez mais com o meio ambiente. Para ter mais eficiência do produto, é recomendável otimizá-lo realizando uma combinação de enzimas, já que apenas uma enzima sendo utilizada de forma isolada é menos eficiente do que quando ela é adicionada na forma de mistura ou em consórcio enzimático na formulação. (AVISITE, 2015).

Portanto, faz-se necessário que qualquer empresa que fabrique detergentes e que queira manter-se ativa no mercado de maneira positiva atendendo aos seus clientes e às novas requisições impostas pela tecnologia, esteja atenta às novidades que aparecem no mercado. Também necessita prestar atenção aos novos componentes que podem ser incluídos nas formulações para produzir uma melhoria nos produtos, aos novos substituintes que sejam desenvolvidos em pesquisas e ao melhor equilíbrio entre eles para ter como resultado um produto que conquiste os clientes e satisfaça as suas necessidades.

Assim, o presente trabalho apresenta como objetivo o desenvolvimento de uma formulação para detergente lava roupas enzimático.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

O mundo, em geral, está em constante transformação e os seres humanos devem se adequar a essas mudanças, pois, em função da evolução da percepção das pessoas inseridas neste cenário, surge espaço para novas ideias de produtos e processos. A cada mês, o termo “inovação” torna-se mais importante no cotidiano de diversas empresas, negócios e setores industriais. Tem-se uma crescente busca por novidades, preços e produtos competitivos com retorno financeiro adequado. Todas estas considerações trazem um olhar acentuado para a sustentabilidade ambiental considerando-se que, a todo processo evolutivo humano, está agregado historicamente o impacto ao meio ambiente.

Diante desta realidade, boa parte da indústria de saneantes reveste-se da necessidade de proporcionar aos seus consumidores produtos cada vez mais eficazes constituindo-se em diferenciais frente aos seus concorrentes. Um aspecto importante para este diferencial encontra-se no desenvolvimento de formulações que contenham enzimas nos

produtos, e no caso desta investigação, para o detergente lava roupas. Portanto, o investimento em biotecnologia, cada vez mais frequente, torna-se relevante, necessário, viável, enfim, imprescindível para um mercado mais competitivo e sustentável.

As enzimas são destaque onde quer que elas sejam utilizadas. O desenvolvimento de formulações para produtos que contenham estes catalisadores biológicos é algo louvável e aplicado por empresas com consciência ambiental elevada. O resultado da utilização desses biocatalisadores nos produtos, além de garantir sua eficiência, gera uma ótima diferenciação em toda a região, haja vista que não existem empresas que comercializem este material dentro do arranjo produtivo local (APL).

Por isso, estuda-se a possibilidade de desenvolvimento de uma formulação para um produto de limpeza que seja inovador, eficiente e que, sobretudo, venha atender e suprir as necessidades dos clientes em relação às sujidades mais difíceis de serem extraídas das roupas.

Então, a questão que é levantada diante de todos estes fatos e a grande pergunta desta pesquisa é: **como desenvolver uma formulação para detergente lava roupas com a inserção das enzimas adequadas de forma a obter-se um produto eficiente, preço adequado, diferenciado no mercado e que contribua para a sustentabilidade ambiental em análise comparativa aos produtos tradicionais e da concorrência**, em estudo realizado no ano de 2019 na cidade de Tubarão/SC.

1.2 HIPÓTESES

Tendo a pesquisa analisado toda a influência da utilização das enzimas nas formulações de detergentes lava roupas, e observando que o uso desses catalisadores biológicos facilita a limpeza das manchas mais difíceis de serem retiradas das roupas, as hipóteses levantadas por este trabalho são as seguintes: as enzimas possibilitam que o produto de limpeza penetre nos tecidos e chegue até as manchas mais difíceis sem danificar os mesmos e as informações sobre as características de sustentabilidade do produto fornecidas no rótulo do mesmo poderão render-lhes preferência e fidelidade do consumidor ao atrair clientes para com a causa ambiental, gerando também satisfação por parte do cliente em obter o produto e resultados positivos do uso do mesmo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma formulação para detergente lava roupas com a utilização de enzimas adequadas de forma a obter um produto mais sustentável, eficiente e diferenciado no mercado.

1.3.1.1 Objetivos específicos

- a) Identificar os tipos de enzimas existentes e seus determinados usos;
- b) Descrever a atuação das enzimas em produtos de limpeza;
- c) Selecionar as substâncias para a formulação do novo produto de limpeza (detergente lava roupas enzimático);
- d) Elaborar a formulação do detergente lava roupas enzimático;
- e) Analisar as propriedades relevantes para a caracterização do produto de limpeza tais como: pH, viscosidade, densidade e estabilidade;
- f) Realizar testes para ver a eficiência das enzimas na fórmula proposta;
- g) Comparar a eficiência das formulações (convencional, elaborada e de concorrente);
- h) Levantar os custos de produção.

1.4 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DA PESQUISA

Nossa contribuição está fortemente demonstrada para a empresa e para a sociedade através da idealização do desenvolvimento de uma formulação que venha dar lugar a um novo produto no mercado. A relevância social se torna ainda maior pelo fato de o novo produto conter em sua formulação enzimas, que possuem características que ao serem incluídas nas fórmulas dos detergentes lava roupas, como no caso deste trabalho, facilitam muito a vida das pessoas dando-lhes uma solução em relação às manchas mais difíceis de serem retiradas das roupas.

A inclusão de enzimas nas fórmulas de novos produtos tanto na indústria de saneantes como em muitas outras, faz com que o trabalho se torne ainda mais atraente por contribuir com a sustentabilidade do planeta. Isto ocorre porque as enzimas ajudam com a economia de água e energia, além de serem biodegradáveis. Desta maneira, biotecnologia, sociedade e meio ambiente andam de mãos dadas rumo a um futuro cada vez mais cuidadoso em relação a tudo o que possa comprometer às futuras gerações.

Concomitantemente, a elaboração de um novo produto utilizando enzimas em sua formulação resulta em uma questão importante para a ciência e para a tecnologia, cada vez mais alinhadas para a busca de soluções que gerem menos agressão ambiental. Também pode gerar maior conscientização para as pessoas, sejam especialistas ou não, professores ou alunos, empresas da área ou afins, ao produzir discussões a respeito do tema, tendo como resultado a garantia da relevância do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A INDÚSTRIA DOS PRODUTOS DE LIMPEZA

O sabão foi o primeiro detergente inventado pela humanidade e, em relação ao sabão da atualidade, encontraram-se registros de um material parecido a este em uma placa de argila de aproximadamente 2800 a.C., na região da antiga Babilônia, que atualmente é a região do Iraque. (FOGAÇA, 2013).

A partir do ano 1930, as indústrias começaram a sintetizar os primeiros detergentes para uso de lavagem manual de pratos e roupas finas, sendo derivados do petróleo. No ano de 1946, nos Estados Unidos, deu-se início à fabricação industrial desses produtos e a partir desse momento passou-se a ter uma crescente contaminação ao meio ambiente, pois os resíduos desses produtos foram parar nos rios, mares e lagos. (FELICONIO, 2019).

Na atualidade, mesmo em meio a um tempo de crise onde os assuntos mais tratados estão relacionados à falta de emprego, falta de dinheiro para pagar as contas, entre outros, os níveis relacionados às compras de materiais de limpeza continuam positivos. Com base nos dados dos últimos doze meses terminados em setembro de 2018 comparados com o mesmo período de 2017, o detergente líquido para roupa teve uma alta de 9,8%, localizando-se no primeiro lugar dentre os itens que foram levados para casa em maior quantidade. (*id ibid.*).

É importante destacar que, na hora da compra, o valor torna-se um fator importante para o consumidor, porém não o único que o leva a realizar a compra de algum produto, pois 48% dos brasileiros valorizam a boa qualidade do mesmo. (*id ibid.*, 2018).

De acordo com a Kantar Worldpanel, desde 2009 o Brasil teve uma queda em relação aos gastos referentes à contratação de diaristas, faxineiras e empregadas nos lares da sua população. O índice, então, era de 12,9 %, chegando a 7,6 % em 2017. Devido a esse acontecimento, produtos com um maior poder de limpeza e que facilitem a higienização do lar devido a uma série de benefícios neles contidas, passaram a crescer. (H&C, 2019a).

2.1.1 O mercado de produtos de limpeza

Segundo a ABIPLA (Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Higiene, Limpeza e Saneantes de Uso Doméstico e de Uso Profissional) nos últimos anos o desempenho da indústria de sabões, detergentes e produtos de limpeza foi melhor que a indústria em geral, sendo que durante esse período a recuperação deste segmento foi mais rápida no ano de 2017 tendo um crescimento a uma taxa de 2,27%. (ABIPLA, 2018).

Por ser um setor que está em contínuo crescimento no Brasil, ele é representativo contando com 1941 empresas no país, concentradas principalmente nas regiões Sul e Sudeste de acordo com registro de 2016. (*id ibid.*).

Figura 1 - Distribuição das empresas de produtos de limpeza no Brasil



Fonte: ABIPLA, 2018, p. 16.

A região Sudeste, considerada o local mais industrializado do Brasil, concentra o maior número de empresas do setor de produtos de limpeza, com cerca de 880 empresas que representam um 45% do total de empresas do país (601 empresas em São Paulo, 184 empresas em Minas Gerais, 80 empresas no Rio de Janeiro e 18 no Espírito Santo).

Depois da região Sudeste, a região Sul a segue com uma grande quantidade de empresas localizadas em seus estados, em um número de 468 empresas que representam um 24% do total de empresas no país (177 empresas no Rio Grande do Sul, 119 em Santa Catarina e 172 no Paraná). Desta forma, o estado de Santa Catarina, no qual está situada a empresa de produtos de limpeza onde este estudo foi realizado, fica em terceiro lugar entre os três estados do Sul do Brasil.

Em pesquisas realizadas pela Nielsen, entre o último trimestre de 2017 e o primeiro de 2018 versus o mesmo período do ano anterior, uma quantidade de 71% das categorias de limpeza cresceram. Segundo o Kantar Worldpanel, o crescimento da cesta de limpeza foi de 4,5% em toneladas entre 2017 e 2018, sendo que foi verificado que o consumidor se preocupa com o preço do produto, mas que observa mais a qualidade do mesmo. (H&C, 2018).

De acordo com o DCI (Diário, Comércio, Indústria e Serviço), através da perspectiva de retomada da economia já em 2018, a economia aquecida estimularia a venda de produtos de limpeza. Segundo a Euromonitor, a movimentação do setor foi de R\$ 22 bilhões em 2017, devendo avançar para R\$ 26,6 bilhões em 2022. (CAETANO, 2018).

O crescimento no setor de produtos de limpeza tem uma tendência cada vez maior devido a todos os meios dos quais está se fazendo uso para transmitir as inovações geradas nesse setor e todos os produtos que podem ser de interesse do consumidor através da utilização da internet, redes sociais, anúncios e muito investimento em marketing durante todo esse processo.

As preocupações agora mais geradas que estão se tornando a maior parte do dia a dia das empresas e dos setores de desenvolvimento das mesmas, é o uso de matérias-primas que contaminem o menos possível o meio ambiente e produtos que sejam eficazes na hora de serem utilizados tendo como característica as diversas funções que podem nele serem contidas.

2.1.2 O setor de produtos de limpeza no desenvolvimento mais sustentável de novos produtos

Cada vez mais, tanto consumidores como os próprios fabricantes de produtos de limpeza estão preocupados com a situação do meio em que vivem e do ataque de poluição que

o mesmo está sofrendo. Portanto, novos meios de desenvolvimento de produtos estão sendo estudados com objetivo de amenizar os efeitos agressivos ao meio ambiente.

Diante dessa perspectiva, desde o momento do desenvolvimento de novos produtos nas empresas até o recipiente onde o produto final será colocado e vendido, está se tendo o cuidado de utilizar meios mais sustentáveis em todo o processo para a obtenção desses produtos da forma mais consciente possível. Essa “onda” de sustentabilidade está sendo encontrada em praticamente todos os setores industriais, onde entra também o setor de saneantes, do qual está tratando o referente trabalho.

A importância da sustentabilidade não é tratada apenas por estar “na moda” ou porque é uma novidade, mas acima de tudo discutir este assunto se faz importante por ser uma necessidade socioambiental. O meio ambiente agradece a preocupação das empresas, pois o impacto ambiental que está sendo provocado pelas indústrias está em contínuo crescimento.

No que se refere a este assunto, há dois lados da história. Por um lado se têm as empresas que procuram maneiras para, pelo menos, tomar atitudes que reduzam os efeitos negativos contra a natureza, e por outro, consumidores que estão cada vez mais exigentes em relação aos produtos que desejam levar para casa, pois estão se tornando cada vez mais preocupados com as questões ambientais. (SEBRAE, 2019).

Desta forma, a busca por desenvolvimento de fórmulas mais sustentáveis para novos produtos está tendo um grande foco dentro das indústrias de saneantes, pois elas garantem a economia de água e energia. As empresas estão tentando fazer uso de matérias-primas que sejam biodegradáveis, formulações mais concentradas e que demandem menor volume de embalagens e um menor custo de transporte. (BASF, 2017).

2.1.3 Necessidade de inovação na indústria de saneantes

O termo “inovação” em si muitas vezes gera confusão, pois muitas pessoas pensam que ser inovador é criar algo que nunca foi criado ou fazer algo que nunca foi feito e acabam pensando que modelos desse tipo de inovação, por assim dizer, são Tesla, Einstein, Thomas Edison, entre outros. Porém, tudo o que em um determinado momento foi criado ou inventado passou por um processo até chegar à conclusão final. (FLAITT, 2017).

Todas estas ideias podem ser facilmente resumidas com a descrição da RAE (Real Academia Española) que explica a inovação como “A criação ou modificação de um produto, e sua introdução em um mercado”. (RAE, 2019, tradução nossa).

As empresas que adquirem novas estratégias, como a inovação e melhorias em seus processos de produção podem ter a certeza de receber destaque dentre as outras do mesmo setor. A inovação também se faz importante porque está totalmente ligada à ideia de sustentabilidade. Na era atual, se faz necessário investir cada vez mais em tecnologias mais sustentáveis e em novos processos de desenvolvimento que gerem um efeito positivo não apenas no meio ambiente, mas também na própria sociedade.

Ao tratar este trabalho do desenvolvimento de uma formulação para detergente lava roupas enzimático que venha a estar contido em uma embalagem reciclada, estão lado a lado o desenvolvimento de uma fórmula mais sustentável que afete positivamente o meio ambiente junto com uma embalagem que venha a estar dentro da questão de sustentabilidade.

A junção entre as maiores exigências do consumidor, o marketing das empresas, as regulamentações ambientais e o aspecto da sustentabilidade geram uma pressão sobre os fabricantes de detergentes para que ofereçam produtos mais sustentáveis e inovadores para o mercado. Este fato pode ser percebido pelo fato de, no período entre janeiro de 2015 a julho de 2017, terem sido relacionados 129 lançamentos de lava roupas dos 239 do total com o apelo de sustentabilidade incluso neles. (SOUZA, 2017).

Uma solução para as empresas é a reformulação dos detergentes com a adição de enzimas, pois dentre as suas características elas são “naturais, rápidas, precisas e catalíticas e agregam os principais apelos solicitados pelos consumidores: fácil de usar, mais ecológico e incremento de performance”. (*id ibid.*).

2.2 DETERGENTES

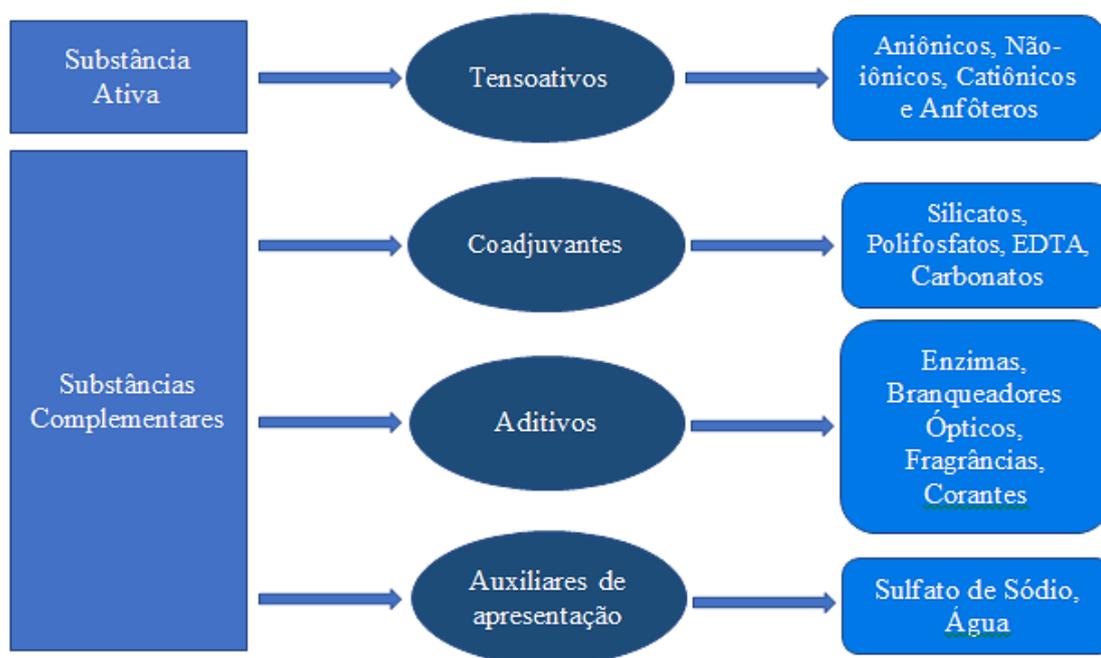
Os detergentes são produtos que têm propriedades de limpeza de superfícies e isto se deve à combinação de diversos ingredientes em suas formulações que lhes proporcionam tais características pela interação química que ocorre entre as moléculas de sujeira e as dos detergentes. (SALAGER, 1988, p. 14, tradução nossa).

Existem três categorias nas quais os detergentes industriais podem ser divididos: detergentes para lavar roupas em domicílios, detergentes para lavar roupas industriais e institucionais e detergentes para lavar pratos e talheres em domicílios. O segmento que é o mais importante dos três é o do uso de detergentes para a lavagem de roupas em domicílios, que é da ordem de 13 bilhões de toneladas por ano. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 119).

2.2.1 Composição dos detergentes

A composição do produto pode variar por diversos fatores: finalidade que se queira dar ao produto, mancha que se deseje retirar de determinada superfície, se o detergente for em pó ou líquido, entre outros. Mesmo com essa variação pode-se estabelecer uma composição geral dos mesmos apresentada na Figura 2, onde são demonstradas substâncias que fazem parte da composição dos detergentes líquidos.

Figura 2 - Composição de um detergente líquido



Fonte: ALMAJER, 2004.

No momento de desenvolvimento da fórmula, deve-se prestar atenção principalmente na escolha dos tensoativos para a formulação, já que a propriedade dos mesmos é a que identifica que um produto químico é um detergente. (ACEVEDO; NIÑO, 2017, p. 28, nossa tradução). Há um crescimento no mercado referente aos detergentes líquidos porque os mesmos têm praticidade e facilidade de incorporação dos tensoativos e outros componentes na água. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 119).

2.2.1.1 Aplicação de enzimas como aditivos em detergentes

No Brasil, o primeiro detergente com enzimas comercializado foi o Organon no ano de 1968. Na atualidade, o líder de mercado é o Omo contendo enzimas, produto que incentiva outras indústrias a também lançarem produtos que contenham enzimas nas suas formulações. Uma limitação dos produtos desenvolvidos com enzimas no Brasil é a temperatura da água de lavagem, já que esta costuma ser a ambiente (25 °C), sendo que as enzimas apresentam temperaturas ótimas de atuação mais elevadas. Portanto, quando se trabalha com menores temperaturas a recomendação é deixar um tempo de molho maior. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 119).

2.3 ENZIMAS

São catalisadores biológicos formados por longas cadeias de pequenas moléculas chamadas de aminoácidos. Com exceção de um pequeno grupo de moléculas de RNA com propriedades catalíticas, chamadas de ribozimas, todas as enzimas são proteínas. A principal função de uma enzima é viabilizar a atividade das células, quebrando moléculas ou juntando-as para formar novos compostos. Ao ter função catalisadora, participam das reações químicas, mas não nos produtos finais da reação, o que significa que não são consumidas na reação em si e não são as que iniciam a reação. Ou seja, a reação pode ocorrer sem que elas intervenham, porém, ocorrerá de maneira extremamente lenta.

As enzimas são muito específicas e os processos nos quais elas são utilizadas normalmente geram menos reações secundárias e menos subprodutos do que os processos químicos, além de serem mais amigáveis com o meio ambiente. Sua especificidade, caráter importante na atividade enzimática, se torna de extrema relevância porque para cada tipo de sujidade existe um tipo de enzima atuando, e assim, podem ser removidos diversos tipos de sujidades. Mais um ponto positivo de seu uso é o seguinte: as enzimas permitem que alguns processos, que de outra maneira não seriam práticos, possam ser realizados de forma eficiente. Na atualidade as enzimas são utilizadas em uma ampla gama de processos, mas em relação a seu uso em detergentes, elas têm contribuído ao seu desenvolvimento, tanto a nível industrial como doméstico. (INGENIERÍA QUÍMICA, 2012, tradução nossa).

Por serem específicas para a retirada de manchas das roupas, as enzimas se tornam ainda mais interessantes para uso nos diversos setores industriais, dentre os quais se

encontra o setor de produtos de limpeza, pois, desta maneira, tem-se uma ideia de qual enzima pode ser utilizada dependendo do tipo de mancha que se deseja retirar das roupas. Um problema que precisa de atenção é sua estabilidade nas formulações desenvolvidas e a forma como são utilizadas no processo produtivo.

Ao serem incluídas nos detergentes, são elas as responsáveis por estes agentes de limpeza realizarem a retirada das manchas trabalhosas e as sujeiras mais complicadas das roupas, já que agem na água baixando a tensão superficial desta de maneira a penetrar mais facilmente nos tecidos até chegar às manchas mais difíceis sem causar danos aos mesmos. (BATISTA, 2017a).

2.3.1 Classificação das enzimas

Atualmente são considerados seis grupos de enzimas: as oxidoredutases, as transferases, as hidrolases, as liases, as isomerases e as ligases, onde as reações de especificidade da cada grupo são destacadas abaixo:

- Oxidorredutases realizam a transferência de elétrons, que se define como oxi-redução.
- As transferases têm a responsabilidade de transferir grupos funcionais entre diversas moléculas.
- As hidrolases catalisam reações de hidrólise, ou seja, a quebra de enlaces através da introdução de moléculas de água.
- As liases atuam a partir da quebra de ligações covalentes onde se eliminam moléculas de água, gás carbônico e amônia.
- As isomerases realizam a transferência de grupos dentro de uma mesma molécula produzindo formas isoméricas.
- As ligases são encarregadas da formação de novas moléculas através da junção de duas já existentes. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 10).

2.3.2 Enzimas utilizadas em detergentes

Os quatro tipos de enzimas que normalmente são utilizadas em detergentes são: amilases, celulases, proteases e lipases.

2.3.2.1 Amilases

Enzimas catalisadoras da hidrólise de amido em açúcares, ou seja, elas degradam os polissacarídeos e podem ser divididas em três grupos: α -amilases, β -amilases e glucoamilases. O amido é um carboidrato formado principalmente por glicose com ligações glicosídicas, muito conhecido por ser o carboidrato mais comum na alimentação humana, e é encontrado em uma diversidade dos alimentos consumidos diariamente, como o arroz, o macarrão e o trigo, por exemplo.

As enzimas amilases podem ser utilizadas para retirar manchas como molhos, chocolate, frutas e outras. Estas enzimas trabalham hidrolisando-o de maneira a que sejam transformados em oligômeros de cadeia curta, ou seja, que suas moléculas se tornem menores e, portanto, solúveis em água. (POLYORGANIC, 2014). Normalmente são manchas difíceis de serem vistas, mas que podem acabar se tornando uma “cola” e atraindo mais sujeira para a roupa.

2.3.2.2 Celulases

Enzimas que se responsabilizam por degradar a celulose, que é um carboidrato do tipo polissacarídeo presente nos vegetais e, portanto, no cotidiano das pessoas. As celulases têm três enzimas que fazem parte do seu grupo: as endoglucanases, as exoglucanases e as beta-glicosidases.

Estas enzimas atuam nos tecidos proporcionando-lhes um melhor acabamento deixando eles mais lisos, com mais brilho e maciez. A atuação delas nos tecidos trata-se de degradar as fibras da superfície deles através da sua atuação nas ligações glicosídicas da celulose. (BATISTA, 2017a). A diferença destas enzimas das outras é que ela não atua sobre as manchas em si, mas sim sobre os tecidos, evitando as conhecidas “bolinhas” na roupa, entre outros resultados.

2.3.2.3 Proteases

Enzimas que atuam quebrando as ligações peptídicas existentes entre os aminoácidos e as proteínas. Têm uma importante e grande aplicação comercial, pois estão

localizadas entre os três maiores grupos de enzimas industriais e são responsáveis por 60% da venda internacional de enzimas. (INFINITY PHARMA, 2019).

As enzimas proteases são consideradas hoje basicamente ingredientes essenciais nos detergentes e o seu uso pode ser em concentrações muito baixas. (POLYORGANIC, 2014). Elas podem ser usadas para retirar manchas como sangue, ovo ou grama.

2.3.2.4 Lipases

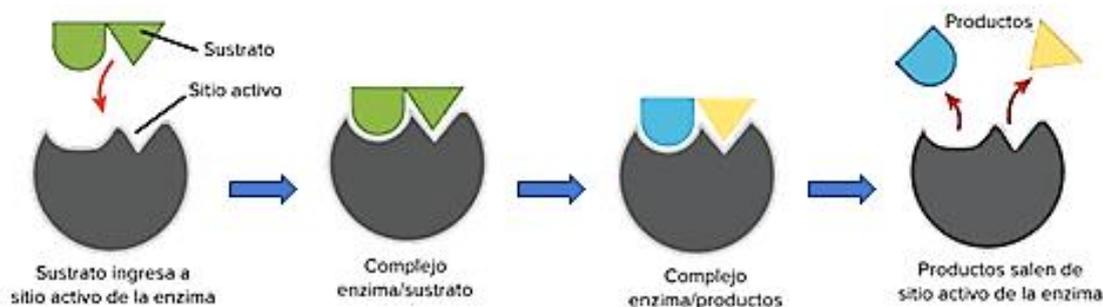
Enzimas cuja ação é converter óleos e gorduras em moléculas de menor porte que acabam sendo absorvidas pelo organismo. Por terem essa capacidade elas se tornam muito atraentes para as indústrias de saneantes por ter o mesmo processo que ocorre para remover gorduras de superfícies e tecidos. Ao entrar em contato com os lipídios, elas permitem que a gordura seja dissolvida de maneira mais eficaz. (BATISTA, 2017b).

As enzimas lipases são muito efetivas para as manchas que sejam a base de azeite, como margarina, cosméticos ou batons.

2.3.3 Energia e catálise enzimática

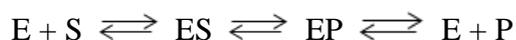
As enzimas facilitam a resolução de alguns problemas ao propiciar um ambiente específico adequado para que uma determinada reação possa ocorrer de maneira rápida. As reações que são catalisadas por enzimas têm uma propriedade característica que é a de ocorrerem em uma pequena região da enzima denominada sítio ativo, constituído por uma série de aminoácidos que interagem com o substrato. O substrato é uma molécula que se liga ao sítio ativo e sob a qual a enzima atua. Normalmente o substrato é englobado pelo sítio ativo e esse complexo enzima-substrato é fundamental para a ação enzimática. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 17).

Figura 3 - Relação enzima, sítio ativo e substrato



Fonte: adaptada e modificada de CNX, 2019.

A seguinte descrição representa uma reação enzimática simples:



As enzimas, como se pode comprovar, atuam sob a velocidade da reação, já que são catalisadores, ou seja, têm a função de aumentar a velocidade da reação. Elas não atuam sob o equilíbrio da reação, portanto, no final da reação a enzima está na mesma forma química, enquanto o substrato depois da catálise é transformado em um produto.

As enzimas realizam a tarefa fundamental de diminuir a energia de ativação, ou seja, a quantidade de energia que deve ser fornecida a uma reação para que esta comece. (CNX, 2019, tradução nossa).

Em termos de comparação entre os produtos que fazem uso de enzima em suas formulações e os que não as contém, estes últimos tornam-se muito menos efetivos para tratar certas manchas, fazendo com que os primeiros se tornem um diferencial.

As vantagens em desenvolver um detergente lava roupas enzimático são as seguintes:

[...] maior poder de limpeza e alvejamento devido aos polímeros especiais e enzimas (Protease, Amilase e Celulase); baixa agressividade ao tecido, aumentando o tempo de vida útil da roupa e removendo sujeiras pesadas; alta performance de limpeza para materiais cirúrgicos; ótima relação de custo x benefício; fácil fabricação e manipulação das matérias primas; produto ecologicamente correto (isento de fosfatos que causam a eutrofização). (POLYORGANIC, 2019, p. 1).

A Figura 4 ilustrada a seguir é apenas uma demonstração do que ocorre nas reações onde há a presença ou não de enzimas. Com as enzimas o caminho se torna mais fácil de ser realizado, enquanto que sem as enzimas o mesmo se torna dificultoso e com barreiras.

Figura 4 - Comparação do caminho da reação sem enzima e com enzima



Fonte: SANTOS, 2011.

Por isso, a inclusão de enzimas nos produtos de limpeza se torna um ponto muito positivo na indústria de saneantes, pelos diversos benefícios e vantagens que elas oferecem.

2.3.4 Influências externas nas enzimas

Há alguns fatores que influenciam na ação das enzimas, podendo torná-las ineficientes. Essas influências externas que podem interferir na atividade enzimática são: a concentração de enzimas, a concentração de substrato, o pH, a salinidade, a temperatura, a concentração do produto, os ativadores enzimáticos e os inibidores enzimáticos. (BRICEÑO, 2016?). Dentre os fatores anteriormente citados, os dois principais que afetam a atividade enzimática são a temperatura e o pH.

2.3.4.1 Temperatura

É um fator importante na atividade da enzima porque a velocidade da mesma aumenta quando se aumenta a temperatura. Porém, deve-se prestar atenção na temperatura porque a velocidade da reação aumenta até um máximo e depois desse momento, após determinada temperatura, a velocidade declina rapidamente. (SÓ BIOLOGIA, 2008-2019).

Quando a temperatura vai aumentando, começa a haver uma maior agitação das moléculas e com isto, maior possibilidade de que elas se choquem para reagir. Porém, se passar de certa temperatura, ocorre uma maior agitação entre as moléculas que a estrutura tridimensional da enzima se rompe, fazendo com que não haja a possibilidade de que ela forme o complexo enzima-substrato e a enzima se desnatura.

A maioria das enzimas trabalha melhor em uma margem de temperatura que vai dos 37°C aos 60°C. (ACEVEDO; NIÑO, 2017, p. 34, nossa tradução).

2.3.4.2 pH

Existe um valor de pH para a atividade ótima da enzima, depois do qual ocorre um rápido decréscimo. Nesse pH ótimo de atuação, a atividade da enzima é máxima. Há algumas exceções, mas a maioria das enzimas tem como pH ótimo um valor entre 6 e 8. (SÓ BIOLOGIA, 2008-2019).

Valores de pH extremamente altos ou baixos normalmente resultam em uma completa perda da atividade da enzima. Por isso, na hora de utilizar as enzimas, deve-se realizar uma análise do valor de pH ótimo das enzimas para sua utilização com eficácia.

2.3.5 Testes de eficiência das enzimas no detergente lava roupas

Verificar o efeito das enzimas nas formulações dos detergentes em termos práticos é muito difícil, pois os resultados podem ser interpretados de maneira diferente por envolverem determinações subjetivas do grau de limpeza de um tecido, por exemplo.

Para efeitos de comparação tem-se utilizado um padrão visual de resultados com o objetivo de quantificar o benefício do uso das enzimas. Um dos métodos que se utiliza para este fim é o uso de placas de aço inoxidável ou pratos cerâmicos sujos com quantidades determinadas de manchas com um processo de secagem e posterior lavagem dos mesmos. Depois, se determina o quão limpa ficou a superfície. (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008, p. 124).

De maneira mais específica e um resultado mais garantido, por assim dizer, é o método através do uso de máquinas de lavar especialmente desenvolvidas (*launder-ometer* na Europa Oriental ou *tergotometer* nos EUA) para verificar a contribuição de uma enzima no desempenho de lavagem de um detergente. (*id. ibid.*)

Para a realização de testes em laboratório são aplicados diferentes tipos de manchas artificiais, que podem ser desenvolvidas no laboratório ou encontrar disponíveis comercialmente, sobre tecidos como o algodão, por exemplo, e a eficiência e atuação das

enzimas na formulação é medida através do enfraquecimento da cor da mancha no tecido. (*id. ibid.*).

Outro método também é a determinação da reflectância (proporção entre o fluxo de radiação eletromagnética incidente numa superfície e o fluxo que é refletido) da superfície de um tecido em comprimentos de onda na região do visível, reflectância que se faz de cada tecido após a lavagem e secagem do mesmo e que consiste em pegar um tecido limpo e manchá-lo com uma determinada quantidade de agente específico e depois submetê-los à lavagem com detergente que tenha e que não tenha enzima na sua formulação. (*id. ibid.*).

2.4 BIOTECNOLOGIA E AMBIENTE

Quando os detergentes são lançados ao ambiente, eles podem provocar problemas aos seres vivos e ao meio ambiente em si, pela questão da biodegradabilidade, já que contém alguns compostos que acabam não sendo decompostos por microrganismos e que acabam prejudicando o entorno aonde os detergentes são lançados.

A biodegradabilidade é o processo onde os materiais orgânicos são consumidos por microrganismos na natureza. Nesse processo ocorre um conjunto de reações enzimáticas em meio oxigenado e então há a conversão da molécula de tensoativo em alguns elementos como o dióxido de carbono, água, entre outros. (DALVIN, 2011).

Em alguns lugares da Europa e dos Estados Unidos durante a época dos anos 50, apareceu em rios e lagos e também em plantas de tratamento uma espécie de contaminação ambiental causada por espumas resistentes. Anteriormente usavam-se muito os tensoativos sintéticos denominados alquilbenzeno sulfonatos ramificados (ABS) cuja biodegração era de apenas 50 a 60%. A parte que acabava não sendo degradada formava espumas durante semanas e preferencialmente em rios, por causa da intensidade com que a água é agitada. (*id. ibid.*).

Através de estudos científicos comprovou-se que quando há a existência de cadeias com carbono terciário, ou seja, ramificações na sua cadeia principal, a biodegradação torna-se muito lenta. (*id. ibid.*). Nessa questão, as enzimas cooperam com o meio ambiente porque aceleram o processo de biodegradação. Ao serem catalisadores, elas atuam quebrando as moléculas grandes dos compostos em moléculas menores e, dessa maneira, facilitando o processo de biodegradabilidade dos compostos afetando menos ao meio ambiente. Elas também são biológicas, portanto, são facilmente absorvidas pela natureza.

Um fator essencial para a biodegradabilidade dos tensoativos é as ligações químicas que eles devem ter. De preferência suas ligações químicas devem facilitar que aconteça o trabalho enzimático de quebra das moléculas. Dependendo da enzima que for, ligações químicas específicas serão quebradas. Ao fazer uso de tensoativos lineares, o ataque enzimático ocorre facilmente e o tensoativo perde as suas características, como a espuma, por exemplo. (*id ibid.*).

Ao desenvolver um produto que contenha tensoativo linear e ao qual se unam catalisadores biológicos, há uma ótima junção para a biodegradabilidade e, conseqüentemente, para um melhor cuidado com o ambiente. Deve-se investir cada vez mais em biotecnologia para bons desenvolvimentos futuros.

As enzimas fazem com que as indústrias possam usar processos que sejam mais econômicos e desta maneira haja uma diminuição do consumo de recursos e energia em tais processos. Elas também são mais confiáveis e poluem menos o meio ambiente. Como ultimamente está sendo gerada uma grande preocupação em torno aos cuidados para com o meio ambiente, deu-se início a uma procura incessante pelas denominadas “tecnologias limpas”, das quais as enzimas fazem parte e também no investimento em biotecnologia por parte de empresas e instituições.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 A PESQUISA EFETUADA

As pesquisas científicas elevam o nível do conhecimento. São fundamentais para alavancar o crescimento de uma nação e, ao mesmo tempo, permitem que os envolvidos superem o patamar da educação formal estabelecida no país e sejam dotados do caráter interpretativo, não alcançados através da estrutura posta. Sobre isso, Demo (2012, p. 35), nos diz que:

Na condição de princípio científico, pesquisa apresenta-se como instrumentação teórico-metodológica para construir conhecimento. Como princípio educativo, pesquisa perfaz um dos esteios essenciais de educação emancipatória, que é o questionamento sistemático, crítico e criativo.

O estudo realizado foi caracterizado como de abordagem quantitativa, de nível explicativo, com a indicação de variáveis com manipulação, e procedimento do tipo “estudo de caso” onde, o “caso” determinado foi a “fabricação de detergente lava roupas com inclusão de enzimas”. O mesmo autor (p. 40), afirma que a pesquisa prática é “[...] destinada a intervir diretamente na realidade, a teorizar práticas, a produzir alternativas concretas, a comprometer-se com soluções. [...] não se faz uma boa prática sem teoria, método, empiria o que determina a necessária volta permanente ao questionamento teórico, e vice-versa”.

Os estudos de caso permitem ao investigador isolar o objeto de análise inserindo-o em uma “redoma teórica” para evitar que os resultados sofram interferências externas. Ao mesmo tempo apresentam estudos de casos naturalísticos, com riqueza na descrição e com um planejamento que permite a percepção e interpretação dos dados de modo complexo e contextualizado. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Ainda, nas palavras de Yin:

Em outras palavras, o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange todo o tratamento da lógica do planejamento, das técnicas de coleta de dados e das abordagens específicas à análise dos mesmos. (YIN, 2005, p. 33).

Simultaneamente, esse tipo de procedimento de investigação não isenta o pesquisador de um rigoroso planejamento com minuciosa determinação dos instrumentos de coleta de dados e análise que possibilite a fidedignidade dos resultados obtidos.

Quanto ao nível, a pesquisa foi caracterizada como explicativa, pois exigiu a determinação de variáveis e suas relações, considerando a necessidade de manipulação destas.

De acordo com Gil (1999, p. 44), “as pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômenos ou o estabelecimento de relações entre variáveis”.

3.1.1 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos utilizados para a realização da coleta de dados foram livros (tanto físicos quanto e-Books), referencial bibliográfico científico, observação direta dos fatos e fenômenos ocorridos, pesquisa realizada com consumidores, explicações dadas por informantes e fichas técnicas de fornecedores.

Para poder ter uma pesquisa com foco bem definido e informações condizentes com a ideia do presente trabalho, fez-se necessário o uso de consulta em artigos científicos tratando sobre o tema, tanto realizados aqui no Brasil como também em outros países, principalmente europeus, de onde se puderam pegar dados para a correta realização do trabalho.

Com o uso da observação direta e através dos diferentes testes e análises de caracterização realizados, fez-se a determinação dos ingredientes a serem utilizados na formulação, a identificação das melhores opções de enzimas a serem utilizadas e sua concentração na formulação, e a determinação dos tipos de manchas que seriam possíveis de serem retiradas a partir do uso dos biocatalisadores determinados.

Através de consulta na empresa e pesquisas na internet acerca do tema abordado, encontraram-se fornecedores de enzimas. Assim, teve-se acesso a fichas técnicas e informações proporcionadas pelos fornecedores para chegar à melhor decisão das enzimas que seriam escolhidas para serem adicionadas na formulação do detergente lava roupas enzimático.

3.2 O PROCESSO

Preliminarmente, através do conhecimento prévio da empresa, da sua visão e do seu portfólio de produtos durante algumas semanas de trabalho e também por meio de análises realizadas e observadas na região e no contexto mundial do século em que estamos

vivendo, onde os consumidores estão cada vez mais exigentes e conscientes com o meio ambiente, surgiu a ideia de propor a idealização de um novo produto.

Pôde-se verificar que dentre a variedade de produtos da empresa, no quesito de detergente lava roupas, havia falta de um toque de diferenciação entre os mesmos. Então, para a idealização de um produto que fosse diferenciado no mercado e também na região, foi proposto a inclusão de enzimas em uma nova formulação de detergente lava roupas, com embalagem reciclada. A ideia de unir estes fatores foi para elaborar um produto de destaque, abrir a porta para alcançar mais mercados e consumidores e ao mesmo tempo, mostrar uma posição de preocupação por parte da empresa com o meio ambiente. Após ser aceita a proposta pela empresa, deu-se início às pesquisas sobre o assunto a ser tratado e estudado, ao desenvolvimento da formulação e à idealização de maneiras para o produto contribuir para com o cuidado ambiental.

3.2.1 Pesquisa de opinião

Para proporcionar aos consumidores um produto que fosse do seu interesse e desta maneira não lançar ao mercado um produto que não sairia da empresa, e assim, poder decidir os tipos de manchas e os tipos de enzimas que deveriam ser usadas na realização dos testes de desenvolvimento da formulação, foi realizada uma consulta através da empresa com cinco perguntas simples e básicas para não tomar muito o tempo dos 60 clientes entrevistados.

A consulta, cujas perguntas nela inseridas estão descritas a seguir, foi compartilhada por meio do envio do link da pesquisa aos consumidores através de e-mail do departamento de marketing da empresa e da lista de transmissão do aplicativo de mensagens *Whatsapp* contendo os contatos dos consumidores por parte do gerente de vendas dos produtos.

1- Você estaria disposto a pagar mais caro por um produto que fosse mais sustentável e, portanto, causasse menos impacto ao meio ambiente?

Onde os entrevistados tinham duas opções de resposta: Sim e Não.

2- Você acha importante que a embalagem do produto seja mais sustentável/reciclada?

Onde os entrevistados tinham duas opções de resposta: Sim e Não.

3 – Qual é o produto de limpeza que você compra com mais frequência?

Onde os entrevistados tinham quatro opções de resposta: Amaciante de roupas, Detergente Lava-roupas, Alvejante sem Cloro e Outro.

4 – Quais as manchas que você sente mais dificuldade de conseguir tirar da roupa?

Onde os entrevistados tinham cinco opções de resposta: Chocolate, molhos, cosméticos; Sangue, ovo, grama; Óleos, suor, manteiga; Tomates, frutas, comidas processadas.

5 – A presença de um ou mais elementos que sejam biodegradáveis, ou seja, mais respeitosos com o meio ambiente que façam com que o produto seja mais eficiente e cujos elementos estejam na fórmula fariam com que você comprasse o produto?

Os entrevistados tinham duas opções de resposta: Sim, Não e Não leio as fórmulas.

3.2.2 Componentes da formulação

A definição dos constituintes da formulação e, principalmente, dos tipos de enzimas a serem utilizadas, foi realizada através de pesquisa bibliográfica, orientação do professor e também do compartilhamento de conhecimento do grupo do departamento técnico da empresa. Deu-se início então à busca por fornecedores de enzimas, já que dos demais constituintes a empresa já mantinha contato.

Após entrar em contato com os fornecedores e ter recebido as fichas técnicas dos mesmos, fez-se o pedido das amostras dos constituintes necessários para iniciar a realização dos testes em laboratório. Para a escolha das enzimas utilizaram-se como critérios empresas fornecedoras de crédito com experiência garantida na área para maior confiança nos resultados e cujas amostras especificassem a melhor função alcançada dentro dos objetivos do desenvolvimento da nova formulação.

Fora a espera pela chegada das amostras das enzimas vindas de São Paulo, os demais componentes das formulações de ponto de partida já se encontravam na empresa. Foram realizados diversos testes primeiro da base da formulação, por ser uma base nova, e depois foram realizados testes com as amostras das enzimas recebidas, até chegar a uma combinação e equilíbrio adequados na fórmula.

3.2.3 Manipulações

Segundo orientações fornecidas pelo professor e também através de pesquisas realizadas em diferentes meios, foi decidida a realização de formulações para análise das mesmas e verificação do melhor resultado obtido. Também se decidiu fazer comparações entre a formulação proposta e as formulações de um detergente lava roupas atual da empresa que não contém enzimas e o de um concorrente.

Foram testados diferentes componentes nas formulações através da realização de vários testes com diferentes combinações de ingredientes. Em cada teste realizado foram feitas análises para verificação do resultado dos mesmos e a devida anotação de cada um deles em um caderno.

As primeiras manipulações foram realizadas com tensoativos, espessante, branqueador óptico, sais, enzimas e sem a presença de fragrância ou conservantes. Após alguns testes foram adicionados à formulação fragrância e conservante. Também foram testadas formulações sem espessante, formulações sem tensoativos não iônicos, entre outros. Realizaram-se os testes com quantidades variadas dos surfactantes, espessante, sais e enzimas e com quantidades definidas de branqueador óptico, fragrância e conservante.

O procedimento inicial foi realizar a neutralização do tensoativo iônico 1 e depois, a adição do tensoativo aniônico 2, do agente antiderrepositante, do branqueador óptico e assim por diante com os demais ingredientes. Teve-se cuidado para observar bem o comportamento de uns ingredientes interagindo com outros para poder identificar possíveis problemas e chegar na fórmula mais condizente com os resultados esperados.

A formulação proposta foi trabalhada em todo momento a frio e o processo de análises para sua caracterização foi realizado no final do procedimento.

Durante o período do estudo e realização dos testes algumas dificuldades foram encontradas nesse processo como a determinação de uma viscosidade não menor do que 100 segundos e a não turvação da formulação na geladeira com a presença da fragrância na fórmula, resultados que não estavam sendo obtidos durante o início do processo de desenvolvimento.

Para resolver o problema da viscosidade realizaram-se vários testes variando as quantidades dos ingredientes na formulação até encontrar o melhor equilíbrio na fórmula para o resultado que se desejava obter. Para resolver o problema da turvação da amostra na geladeira a baixas temperaturas, entrou-se em contato com as empresas fornecedoras das fragrâncias. Para cada empresa foi realizado o envio da base da formulação proposta já pronta

e pediu-se para que elas trabalhassem com as fragrâncias desenvolvidas em cima da base enviada de maneira que suas ideias propostas estivessem dentro do interesse de resultados referentes à não turvação das amostras a baixas temperaturas com a inclusão da fragrância.

3.2.4 Ensaios de caracterização

As formulações apresentadas foram submetidas a ensaios analíticos físico-químicos de pH, densidade, viscosidade e estabilidade.

3.2.4.1 Medida do pH

A realização da medida do potencial hidrogeniônico foi realizada por um pHmetro de bancada do laboratório da empresa, modelo pHB 500, da marca ION. Para dar início as análises, depois de o pHmetro estar seco e calibrado, ele foi utilizado. Em seguida as amostras a serem analisadas foram colocadas em béqueres devidamente identificados cada um com uma das formulações apresentadas. A seguir, colocou-se o eletrodo de medição nas amostras testes e foi lido o valor indicado no visor do pHmetro, como está mostrado na figura a seguir.

Figura 5 - Medida do pH com o pHmetro de bancada



Fonte: da autora, 2019.

Os valores de pH lidos foram anotados em um caderno e deixados registrados, sem ter nenhum cálculo a mais.

3.2.4.2 Determinação da densidade

Para esta análise utilizou-se o picnômetro do laboratório da empresa. O densímetro de metal foi colocado vazio e junto com a sua tampa sobre a balança de marca Marte e modelo AL500 e a mesma foi tarada. Depois, o densímetro foi preenchido com as amostras das formulações, uma de cada vez, e em seguida, foi colocada a tampa e retirou-se o excesso. O densímetro foi colocado na balança e foi anotada a massa de amostra que estava contida no mesmo e que aparecia no visor da balança.

Figura 6 - Medida da densidade com o densímetro de metal



Fonte: da autora, 2019.

Os valores das massas das amostras contidas no densímetro foram anotados para posterior análise da densidade de cada uma delas, contando que o volume do densímetro era de 100,9 mililitros.

3.2.4.3 Determinação da viscosidade

Fez-se a determinação da viscosidade através do método copo Ford no viscosímetro disponível no laboratório da empresa. Em primeiro lugar, foi fechado o orifício inferior com o dedo e foram adicionadas as amostras, de maneira individual, na parte superior do copo até preencher a parte cônica do mesmo. O excesso foi tirado com uma placa de vidro e em seguida foi retirado o dedo da parte inferior do copo.

Figura 7 - Determinação da viscosidade pelo método copo Ford



Fonte: da autora, 2019.

Foi utilizado um cronômetro para ver o tempo de escoamento e o cronômetro foi iniciado no mesmo momento em que o dedo foi retirado do copo, esperando até a primeira gota escorrer do copo.

3.2.4.4 Verificação da estabilidade

Para verificar a estabilidade das formulações, separaram-se amostras de cada formulação para colocá-las na geladeira disponível no laboratório da empresa.

Figura 8 - Verificação da estabilidade na geladeira



Fonte: da autora, 2019.

Deixou-se por vários dias e foram anotados e verificados o comportamento das amostras na geladeira e as temperaturas em que se encontravam as amostras sem turvação ou onde se tinha percebido alguma mudança.

Desta maneira, pôde-se perceber o comportamento das formulações em diferentes temperaturas e, conseqüentemente, estando em diferentes cidades onde as temperaturas sofrem variação ou também pela troca de estação.

3.2.5 Testes de eficiência das enzimas na formulação

Para verificar a eficiência da inclusão das enzimas na formulação desenvolvida foram realizados testes em tecidos com quantidades de manchas específicas colocadas nos mesmos, passando por processos de secagem das manchas nos tecidos, posterior lavagem dos mesmos, secagem novamente após a lavagem e observação dos resultados. Estes testes foram realizados com a fórmula de um detergente lava roupas com enzimas de um concorrente, com a formulação do detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa e com a formulação de detergente lava roupas com enzimas proposta para a empresa.

3.2.5.1 Testes realizados na própria empresa de maneira visual

Os testes idealizados para serem realizados na própria empresa foram através do método visual com o uso de tecidos de algodão e alguns produtos para a realização das manchas específicas.

3.2.5.1.1 Preparação da amostra

Para dar início aos testes formularam-se dois litros do produto com a fórmula proposta final através do uso dos diferentes ingredientes determinados para este fim. Desta maneira, após todos os procedimentos de realização da fórmula estarem prontos, deu-se continuidade aos demais processos da metodologia determinada. Devido a alguns requisitos da adição dos componentes, as enzimas foram adicionadas por último na formulação.

A preparação da formulação realizou-se com um béquer de vidro de 2000 mL de capacidade, sob agitação mecânica utilizando um agitador da marca Fisatom, modelo 713 D. A adição das matérias primas foi realizada ingrediente por ingrediente inseridos no béquer com uma velocidade de agitação de aproximadamente 400 RPM. É importante ressaltar que a formulação final utilizada para os testes foi refeita por outras vezes para confirmar os resultados obtidos na primeira vez.

Depois destes passos já se tinha amostra suficiente para dar continuidade à metodologia idealizada.

3.2.5.1.2 Preparação dos tecidos

Para realizar os testes para comprovar a eficiência do uso das enzimas na formulação proposta pegaram-se toalhas de tecidos de algodão e, posteriormente, cortou-se cada uma em tamanho de 10 x 10 cm.

A seguir, prepararam-se diferentes sujidades para colocar em cada tecido cortada para as devidas análises posteriores.

3.2.5.1.3 Processo de manchamento

Foram determinados quatro tipos de agentes manchantes para realizar o manchamento nos tecidos de algodão. Os agentes manchantes escolhidos para a realização dos testes foram de sangue bovino (S), ovo (O), molho de tomate (MT) e o molho de carne (MC) que foram colocados em béqueres de 100 mL, conforme demonstrado na Figura 10. Para realizar a sujidade do tecido com sangue conseguiu-se o mesmo em um açougue da cidade e para as demais sujidades conseguiram-se realizar os manchamentos com o uso de produtos comprados no mercado.

Depois de estabelecidas as sujidades que seriam realizadas nos tecidos, fez-se a aplicação das mesmas neles seguindo um cálculo realizado por uma empresa suíça fornecedora de tecidos EMPA que seguia a medição de 7 gramas de mancha por 1 m² de tecido. No caso do presente trabalho, o tamanho do tecido era de 100 cm², portanto, através de regra de três, chegou-se ao valor de 0,07 gramas de mancha para cada tecido utilizado para os testes.

Dentre os doze tecidos utilizados, fez-se testes com três fórmulas de produtos diferentes, resultando em uma divisão de doze tecidos recortados para três produtos. Ou seja, foram utilizados quatro tecidos de teste para realizar o manchamento por produto a ser testado para a retirada das manchas.

A aplicação das manchas fez-se com o uso de balança analítica, pipetas de 10 mL e béqueres de 50 mL. Aplicou-se, então, a quantidade de 0,07 gramas das manchas nos tecidos.

Foram seguidos os mesmos passos para a aplicação das manchas em todos os doze tecidos. Como registrado na Figura 30, os tecidos foram numerados do número um ao número doze.

Os tecidos de números 1, 5 e 9 foram manchados de sangue bovino, os tecidos de números 2, 6 e 10 foram manchados com ovo, os tecidos de números 3, 7 e 11 foram manchados com molho de tomate e os tecidos de números 4, 8 e 12 foram manchados com molho de carne.

Os tecidos de número 1 ao 4 foram separados para posterior lavagem com a fórmula de um detergente lava roupas com enzimas de um concorrente, os tecidos de número 5 ao 8 foram separados para posterior lavagem com a fórmula de um detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa e os tecidos de número 9 ao 12 foram separados para posterior lavagem com a fórmula proposta de um detergente lava roupas enzimático.

3.2.5.1.4 Processo de lavagem

O processo de lavagem é uma etapa determinante e importante para avaliar cada formulação na retirada das manchas dos tecidos. Para isto, realizaram-se dois cálculos para respeitar as quantidades que deveriam ser colocadas de água no béquer e de lava roupas para o processo de lavagem.

Os cálculos que foram respeitados e realizados foram os seguintes:

$$\begin{aligned} & \text{Kg de tecido} / \text{Kg de molho} \\ & \text{Kg de lava roupas} / \text{Kg de tecido} \end{aligned}$$

Após os cálculos devidamente realizados, pegou-se um béquer de 100 mL e colocou-se nele 20 mL de água no mesmo. A seguir, pegou-se cada tecido, colocou-se na bancada e aplicou-se a quantidade de 0,04 gramas de lava roupas no mesmo diretamente sobre as manchas. Os testes foram realizados a temperatura ambiente (25°C) em um primeiro momento e depois, para uma segunda análise, foram realizados a aproximadamente 40°C para comparar os resultados obtidos em temperaturas diferentes e a influência das mesmas na retirada das manchas dos tecidos.

Posteriormente, o tecido manchado e onde fora aplicado o lava roupas diretamente sobre as manchas do tecido foi colocado no béquer de 100 mL devidamente numerado e com 20 mL de água no seu interior. Depois, deixou-se o tecido de molho por 5 minutos e a seguir, com ajuda de um bastão de vidro, mexeu-se por 10 minutos o tecido no béquer sendo dois minutos para a direita, dois minutos para a esquerda e assim por diante até finalizar o tempo determinado e tratando de seguir o processo de lavagem de uma máquina de uso doméstico.

Após a lavagem dos tecidos, enxugou-se o mesmo manualmente. Para isto, retirou-se a água suja do béquer e adicionou-se a mesma quantidade de água limpa ao mesmo. O tecido foi colocado no béquer e deixado por mais 5 minutos antes de ser novamente enxugado e colocado em uma superfície de vidro limpa para secar por 48 horas a temperatura ambiente antes da análise dos resultados.

Depois do processo de lavagem e secagem fizeram-se as análises dos resultados obtidos de maneira visual em comparação com as três fórmulas utilizadas para a retirada das manchas dos tecidos.

3.2.5.2 Testes na empresa fornecedora das enzimas

Para a realização dos testes de eficácia e estabilidade das enzimas na fórmula proposta para obtenção e análise de resultados através de equipamentos e metodologia específicos para este fim, foram enviadas quatro amostras à empresa fornecedora de enzimas. As amostras enviadas foram de um detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas, um detergente lava roupas enzimático desenvolvido na empresa, um detergente lava roupas enzimático da concorrência direta e um detergente lava roupas enzimático líder do mercado. Ao receber as amostras a empresa fornecedora realizou os testes e enviou os resultados à empresa onde foi desenvolvida a nova fórmula.

Para os testes realizados foram utilizados os seguintes equipamentos: máquina *tergotometer*, cronômetros, balança semi-analítica e pipeta automática/ponteiras. Os materiais utilizados foram: copos de plástico (café), baldes de 1 litro, papel toalha, manchas caseiras e EMPAS (tecidos contendo diferentes tipos de manchas) e caneta hidrográfica. Como reagentes utilizaram-se água e as amostras de detergente líquido enviadas. O nome da metodologia realizada é Análise de Performance Enzimática em Detergente Líquido, cujo objetivo é o de estabelecer um procedimento para análise da performance de enzima em detergente líquido.

3.2.5.2.1 Preparação da mancha

Separaram-se a amostra de detergente a ser testada, os EMPAS e as manchas caseiras que foram testadas, cortadas e identificadas. O teste com EMPAS foi realizado em triplicata atentando ao número de EMPAS necessário para cada teste. Depois, cada copo de café foi identificado com uma numeração respectiva relativa ao teste que foi feito e pesou-se 2 mL de detergente.

As manchas avaliadas foram as seguintes:

Tabela 1 - Manchas avaliadas

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TECIDO
QS CHOCO C	Achocolatado pronto	CO
QS SPINACH C	Espinafre	CO
QS CHOCO ICE CREAM C	Sorvete de chocolate	CO
QS OAT CHOCO C	Farinha de aveia com chocolate	CO
QS BANANA C	Vitamina de banana	CO
EMPA 112	Bebida de cacau	PES/algodão
EMPA 117	Sangue, leite e <u>carbon black</u>	PES/algodão
EMPA 162	Amido de mandioca	PES/algodão

Fonte: QUIMISA, 2019.

Na Tabela 1 estão descritas as manchas utilizadas para a avaliação da retirada das mesmas dos tecidos que foram utilizados, sendo estes de algodão (identificado pela nomenclatura CO) ou de poliéster/algodão (sendo o poliéster identificado pela sigla PES).

3.2.5.2.2 Preparação da tergotometer

Para as amostras de alta viscosidade, adicionou-se a amostra de detergente líquido em conjunto com a água (1 litro) usando-a como diluente e encaixaram-se as hastes na *tergotometer*. A velocidade de agitação dos agitadores da *tergotometer* foi de 100 RPM e os testes foram realizados à temperatura de 25°C. Após estes passos, seguiu-se para a etapa 1.

Figura 9 - Ilustração de uma *tergotometer*



Fonte: QUIMISA, 2019.

A *tergotometer* é um equipamento projetado de maneira especial com o fim de simular a ação de uma máquina de lavar doméstica e utilizado para poder-se avaliar a eficiência de detergentes em remover manchas de tecidos.

3.2.5.2.3 *Etapas do processo*

Foram determinadas cinco etapas a serem seguidas para a obtenção dos resultados dos testes.

3.2.5.2.3.1 *Etapa 1 – Diluição do detergente*

Após a diluição do detergente na *tergotometer*, acionou-se o primeiro cronômetro (1 minuto). A quantidade de detergente utilizada foi de 2 mL/L.

3.2.5.2.3.2 *Etapa 2 – Adição das manchas após diluição do detergente*

Deixaram-se as amostras de EMPA e as manchas caseiras ao lado do copo da *tergotometer* onde foram adicionadas posteriormente na etapa 4. As EMPAS e as manchas foram adicionadas, uma a uma, em seus respectivos copos e foi acionado o segundo cronômetro em um tempo de molho de 15 minutos.

3.2.5.2.3.3 Etapa 3 – Agitação

Decorridos os 15 minutos, ligou-se a *tergotometer* e acionou-se o terceiro cronômetro por 15 minutos.

3.2.5.2.3.4 Etapa 4 – Enxágue

Reservou-se 1 litro de água em um balde na pia. Ainda com a *tergotometer* ligada, desencaixou-se com cuidado o primeiro agitador, retirou-se ele do contato com as manchas, escorreu-se e pôs-se sobre a *tergotometer*. A seguir, usando as duas mãos, removeu-se o copo da *tergotometer* com as EMPAS e manchas caseiras e descartou-se a água na pia com cuidado para que as manchas não caíssem. Depois, no próprio copo da *tergotometer* adicionou-se água da torneira e se descartou. Este último procedimento foi repetido por aproximadamente duas vezes e logo após, as EMPAS e as manchas já enxaguadas foram armazenadas no balde reservado com água. Estes procedimentos foram repetidos para as demais manchas nos outros copos. Após a remoção do último copo da *tergotometer*, a máquina foi desligada e foi descartada a última água em que tinham sido armazenadas as manchas caseiras, as quais foram juntadas uma sobre a outra, colocadas entre as duas mãos e pressionadas para a retirada do excesso de água.

3.2.5.2.3.5 Etapa 5 – Secagem

Em uma mesa limpa foram estendidas as folhas de papel toalha e posteriormente, as manchas foram estendidas sobre o papel. Aguardou-se a secagem em temperatura ambiente. Após 24 horas da etapa de secagem, as EMPAS e as manchas caseiras foram lidas no espectrofotômetro para análise de performance enzimática.

Figura 10 - Espectrofotômetro Minolta CM 2600d



Fonte: QUIMISA, 2019.

O uso deste instrumento de análise, o espectrofotômetro, se faz para medir e comparar a quantidade de luz que é transmitida, absorvida ou refletida por uma determinada amostra e, neste caso, pelos tecidos. Desta maneira, através da comparação dos resultados entre diversas amostras pode-se ter uma conclusão da eficiência das enzimas nos detergentes utilizados nos testes para a retirada de manchas dos tecidos analisados.

3.2.6 Viabilidade financeira

Quando a formulação proposta foi definida, através do contato com os fornecedores das matérias-primas utilizadas, puderam-se fazer orçamentos para ver os custos de produção tendo como base os custos para 1 litro do produto e também o valor com que se conseguirá vender o produto para 1 L, 2 L e 5 L e a sua comparação com os valores encontrados no mercado de produtos concorrentes. Os valores das enzimas utilizadas foram disponibilizados pela empresa fornecedora com a qual se tinha entrado em contato, e os valores das matérias-primas que já eram utilizadas pela empresa foram fornecidos pela mesma.

Com os dados dos valores de cada matéria-prima da nova formulação utilizou-se a ferramenta Excel para realizar uma planilha, onde se colocaram as seguintes informações: as matérias-primas, a função de cada uma delas na formulação, a porcentagem de uso individual e os valores de cada uma separados por quantidade e por fornecedor. As demais planilhas foram realizadas colocando-se os valores de custos de embalagem, de mão de obra, entre outros.

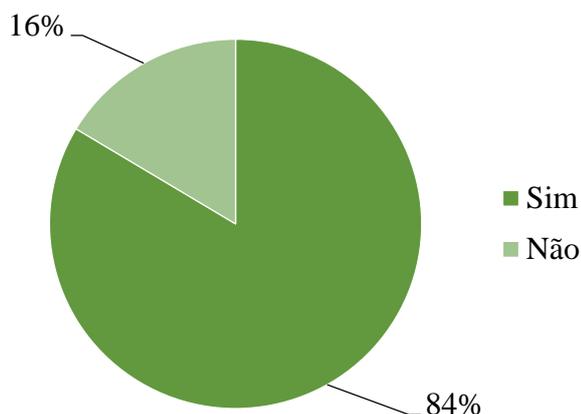
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao longo do estudo foram determinantes para dar a direção correta à pesquisa e alcançar os objetivos estabelecidos, pois de acordo com os testes realizados e os resultados obtidos em cada caso foram selecionados os ingredientes da formulação.

4.1 RESULTADO DA PESQUISA COM OS CONSUMIDORES

A pesquisa realizada com consumidores dos produtos de limpeza da empresa por meio do e-mail do setor de Marketing da empresa e também através do uso do *Whatsapp* do gerente comercial mostrou que há uma preocupação por parte dos consumidores com a sustentabilidade e também providenciou uma direção para a escolha dos devidos ingredientes que estariam contidos na fórmula desenvolvida, como mostram os gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 a seguir:

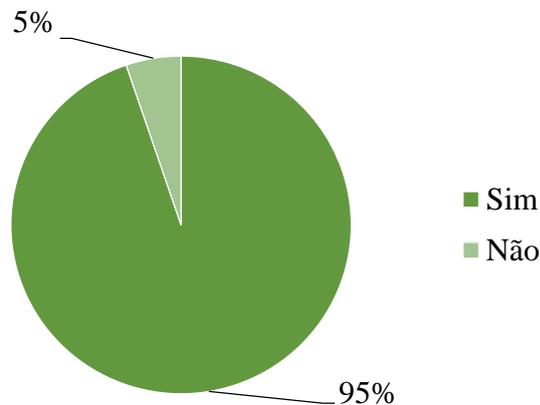
Gráfico 1 - Resultado da primeira afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da sua disposição a pagar mais caro por um produto mais sustentável



Fonte: da autora, 2019.

O resultado mostra que 84 % dos entrevistados estariam dispostos a pagar mais caro por um produto que fosse mais sustentável e, portanto, que causasse menos impacto ao meio ambiente. Este percentual é compatível com a informação descrita pelo SEBRAE de que os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação aos produtos que desejam levar para casa, pois estão se tornando cada vez mais preocupados com as questões ambientais.

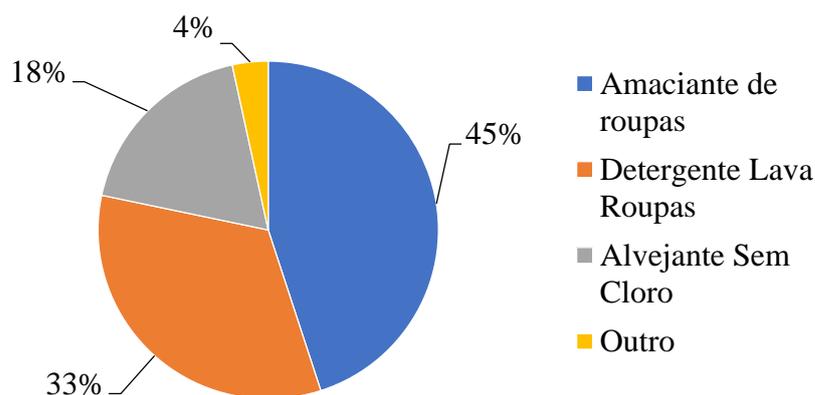
Gráfico 2 - Resultado da segunda afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da importância da embalagem ser sustentável/reciclada



Fonte: da autora, 2019.

De acordo com o gráfico acima, apenas 5% dos entrevistados não acham importante que a embalagem seja sustentável/reciclada, enquanto que 95% dos mesmos afirmam que encontram este aspecto, que está automaticamente relacionado ao produto que compram, importante. Estes dados confirmam, assim como no gráfico anterior, que os consumidores estão cada vez mais abertos às ideias e questões adicionais aos produtos que tornem os mesmos o mais amigáveis com o meio que seja possível.

Gráfico 3 - Resultado da terceira afirmação apresentada aos entrevistados a respeito do produto de limpeza que compram com mais frequência para cuidados com a roupa

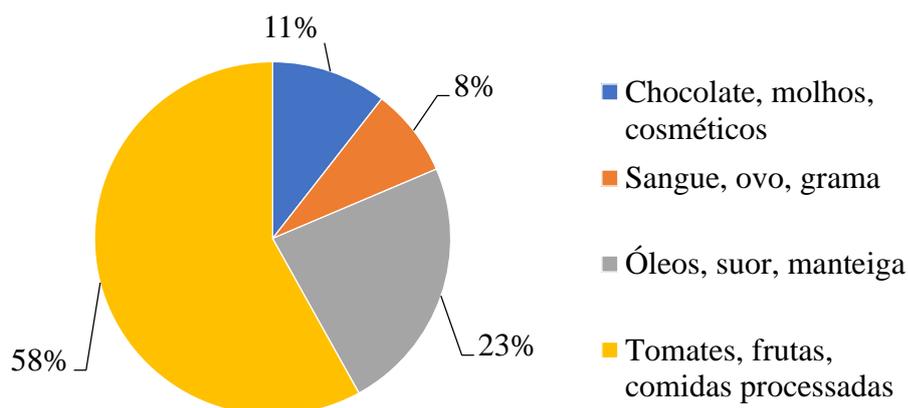


Fonte: da autora, 2019.

Segundo os dados apresentados no Gráfico 3, o produto comprado com mais frequência pelos entrevistados foi o amaciante de roupas seguido pelo detergente lava roupas em segundo lugar, o alvejante sem cloro em terceiro e outro produto no quarto lugar. Com

esta informação pôde-se observar que o produto a ser lançado pela empresa (detergente lava roupas) se encontra em uma posição interessante de compra pelos consumidores dos produtos da mesma.

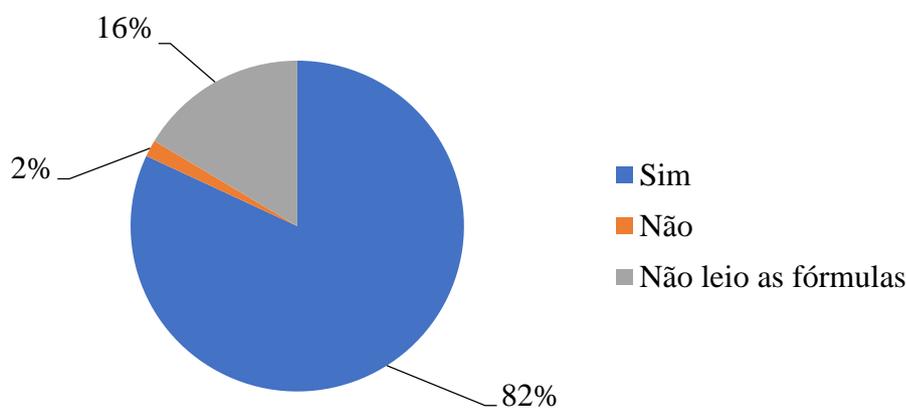
Gráfico 4 - Resultado da quarta afirmação apresentada aos entrevistados a respeito das manchas que sentem mais dificuldade de tirar da roupa



Fonte: da autora, 2019.

Quando se trata das manchas que atingem de alguma maneira os tecidos das roupas e a dificuldade de tirá-las das mesmas por tipo de mancha, observa-se que 58% dos entrevistados optaram por opinar que as manchas causadas por tomates, frutas e comidas processadas são as mais difíceis de serem retiradas das roupas. Na opinião de 23% dos entrevistados, as manchas mais difíceis para saírem das roupas são as de óleos, suor e manteiga. Em terceiro lugar, 11% opinaram pelas manchas de chocolate, molhos e cosméticos. Por último, uma quantidade de 8% apenas optou pelas manchas de sangue, suor e grama. Os tipos de manchas descritas para os entrevistados responderem foram classificadas por tipo de enzima com capacidade para retirá-las, portanto, através dos percentuais descritos, deu-se importância maior à determinadas enzimas na fórmula para um maior e melhor alcance dos consumidores.

Gráfico 5 - Resultado da quinta afirmação apresentada aos entrevistados a respeito da presença de substâncias biodegradáveis na fórmula do produto que o tornam mais eficiente para o uso de limpeza de manchas específicas fazerem com que o entrevistado fique com o produto



Fonte: da autora, 2019.

Este resultado mostra que mais da metade dos participantes da entrevista, no que se refere a produto mais amigável com o meio ambiente, têm como influência na escolha de um detergente lava roupas a presença de substâncias biodegradáveis na sua formulação. Uma pequena quantidade de 2% dos entrevistados mostra que não são influenciados por este quesito. Já um 16% dos entrevistados demonstraram não ler os componentes dos produtos de limpeza comprados. Isto demonstra que as pesquisas atuais estão corretas ao relacionar produto de limpeza que seja mais sustentável com uma crescente preocupação e procura por parte dos consumidores por produtos deste tipo.

4.2 FORMULAÇÃO APRESENTADA

Durante o processo de manipulação preparava-se uma quantidade de 250 mL de amostra para realizar os testes com as diferentes quantidades dos componentes em cada béquer devidamente numerado.

Após a adição dos tensoativos aniônicos no meio, formava-se um conteúdo mais encorpado no béquer. Esses tensoativos aniônicos têm a capacidade de diminuir a tensão superficial das moléculas de água e aumenta, portanto, a eficiência da retirada de sujeiras.

A seguir, adicionavam-se todos os demais ingredientes, incluídas as enzimas e observaram-se os diferentes resultados das diversas formulações desenvolvidas e testes realizados. As enzimas selecionadas foram a protease, amilase e celulase. Muitos resultados

foram descartados devido a não estarem, em um primeiro momento, dentro do resultado próprio desejado em termos de viscosidade do produto.

Após a formulação de 40 manipulações, uma delas foi validada e escolhida para ser apresentada. A formulação está descrita na Tabela 2, contendo os componentes utilizados, o percentual aproximado utilizado e a função de cada componente dentro da formulação.

A formulação a seguir foi escolhida levando-se em consideração o resultado da viscosidade obtido e a estabilidade na geladeira.

Tabela 2 – Formulação proposta

Componente	Percentual (%)	Função
Tensoativo aniônico 1	4 a 8	Diminui a tensão superficial
Alcalinizante	1 a 3	Eleva o pH
Tensoativo Aniônico 2	5 a 10	Diminui a tensão superficial
Agente Antiderrepositante	0,1 a 0,5	Faz com que diversos ingredientes da formulação tenham uma maior capacidade de penetrar de maneira mais profunda nas fibras das roupas
Branqueador Óptico	0,01 a 0,2	Absorve a radiação na região ultravioleta do espectro
Fragrância	0,2 a 0,6	Confere aroma
Espessante 1	0,5 a 3,5	Regula a viscosidade
Espessante 2	0,5 a 2,5	Regula a viscosidade
Enzimas (Protease, Amilase e Celulase)	0,2 a 5	Retiram manchas
Corantes	0,04 a 2	Confere cor ao produto
Conservante	0,2 a 2	Impede ação de bactérias e fungos no produto
Água	70 a 90	Veículo

Fonte: da autora, 2019.

A Figura 11 mostra como ficou a formulação final proposta, de acordo com o descrito na Tabela 2.

Figura 11 – Aspecto final da formulação proposta



Fonte: da autora, 2019.

O aspecto da amostra ficou bem uniforme, com características de detergente lava roupas de cor azul. Ao adicionar a amostra em recipientes separados para sua armazenagem, a aparência altamente viscosa do líquido foi muito perceptível e os resultados de espuma no processo de lavagem também foram evidenciados.

4.3 RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

Os ensaios de caracterização contém as medidas de pH, densidade, viscosidade e estabilidade. Estas medidas foram realizadas para a formulação proposta em triplicata, para o produto convencional da empresa e um concorrente no mercado, cujos resultados estão demonstrados nas tabelas demonstradas a seguir.

4.3.1 pH

Os potenciais hidrogeniônicos obtidos para formulação de detergente lava roupas enzimático proposta para a empresa, para a formulação do detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa e para a formulação do detergente lava roupas enzimático de concorrente estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das medidas de pH das formulações

Formulações	pH
Proposta	7,0 ± 0,1
Atual	7,4 ± 0,1
Concorrente	7,5 ± 0,1

Fonte: da autora, 2019.

Através da análise do pH de cada formulação pode-se perceber que todos apresentaram resultados muito próximos. Como os dois últimos resultados são de produtos já desenvolvidos e em venda no mercado, percebe-se que o resultado da formulação proposta assemelha-se aos mesmos, sendo um ótimo resultado de pH obtido sem necessidade de ajuste final e o pH ótimo da maioria das enzimas está em torno do pH 7,0.

4.3.2 Densidade

Os valores médios obtidos para o densímetro de metal e as massas dos produtos no densímetro foram:

- Volume do densímetro de metal: 100,9 mL
- Massa de detergente lava roupas da fórmula proposta: 103,422 g
- Massa de detergente lava roupas da fórmula atual: 102,31 g
- Massa de detergente lava roupas da fórmula concorrente: 103,430 g

Para calcular a densidade de cada detergente lava roupas utilizou-se a seguinte fórmula:

$$d = \frac{m}{V}$$

Onde:

d = densidade

m = massa da amostra de detergente lava roupas

V = volume do densímetro de metal

A densidade foi determinada para cada uma das formulações dos respectivos produtos e na Tabela 4 aparecem os valores obtidos em g/cm³.

Tabela 4 - Resultados de determinação das densidades das formulações

Formulações	Densidade (g/cm³)
Proposta	1,025 ± 0,03
Atual	1,014 ± 0,01
Concorrente	1,025 ± 0,03

Fonte: da autora, 2019.

A respeito da formulação proposta, o resultado está dentro do normal para formulações de detergentes lava roupas comparado aos já existentes na empresa cujo valor representativo está demonstrado pelo resultado da formulação atual. O resultado da formulação proposta em relação ao da formulação do concorrente ficou igualado, demonstrando um resultado positivo do que foi obtido para a mesma.

4.3.3 Viscosidade

Para determinar a viscosidade, foram obtidas as seguintes informações:

- Diâmetro do orifício: 4 mm
- Volume do Copo Ford: 100 mL

A viscosidade foi determinada de acordo com os segundos que cada produto das formulações definidas levou para escorrer completamente do copo até o béquer e os resultados estão coletados na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Resultados das viscosidades de cada formulação

Formulações	Viscosidade (s)
Proposta	259 ± 10
Atual	153
Concorrente	380

Fonte: da autora, 2019.

Como observado nos resultados das viscosidades dos três produtos, todos tiveram valores altos acima dos 100 segundos. Um padrão exigido pela empresa é uma alta viscosidade, já que os consumidores estão acostumados a produtos que sejam muito viscosos. Diante desta exigência e dos resultados obtidos, a formulação proposta obteve uma viscosidade alta acima até mesmo do produto atual da empresa e não muito longe da viscosidade obtida do concorrente líder de mercado, estando o dado obtido dentro do exigido.

4.3.4 Estabilidade

Para analisar a estabilidade da fórmula de cada produto testado, colocaram-se amostras dos mesmos em geladeira e mediu-se a temperatura em que cada um deles turvou ou não a baixas temperaturas. Os resultados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados da estabilidade das formulações de cada produto testado

Formulações	Estabilidade
Proposta	Sem turvação (1°C)
Atual	Turvação (2°C)
Concorrente	Sem turvação

Fonte: da autora, 2019.

Vale ressaltar que o resultado da formulação proposta sem turvação a 1°C foi obtido sem o uso de tensoativo aniônico na formulação, o que é um grande avanço, já que foi trabalhado diretamente com a empresa de fragrâncias a respeito deste importante detalhe. Isto se faz importante, já que os produtos vendidos são distribuídos muitas vezes por locais com baixa temperatura e desta maneira, se tem a segurança de que os produtos se manterão com aparência normal mesmo nessas condições. Diante do produto atual da empresa, a formulação obtida obteve melhores resultados e resultado parecido diante do produto concorrente.

4.4 RESULTADOS DOS TESTES DE EFICIÊNCIA DAS ENZIMAS NA FORMULAÇÃO PROPOSTA

4.4.1 Testes realizados na própria empresa

Conhecida a formulação desenvolvida a ser utilizada para a realização dos testes de eficiência das enzimas e posterior análise visual dos resultados, procedeu-se à realização dos testes através do uso de tecidos e a aplicação de manchas nos mesmos na própria empresa onde a fórmula foi desenvolvida.

Para dar início aos testes, preparou-se a formulação descrita no tópico 4.2. Tendo sido feita a formulação oficial do desenvolvimento realizado, procedeu-se com os demais passos descritos no tópico 3.2.5.1.

Em primeiro lugar realizou-se a preparação dos tecidos, conforme demonstrado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Toalha de algodão com as devidas marcações para recorte



Fonte: da autora, 2019.

Para poder obter os tecidos recortados se fez uso de uma caneta e régua para anotar as medidas determinadas para os tamanhos dos tecidos.

Figura 13 – Toalha de algodão cortada em tamanhos 10x10 cm sem manchas



Fonte: da autora, 2019.

Depois de feita a marcação dos quadrados nos tecidos, recortaram-se os mesmos e deixaram-se preparados em cima de uma mesa de vidro para sua posterior utilização.

Após a preparação dos tecidos recortados, prosseguiu-se com a realização do manchamento dos mesmos através do uso dos agentes manchantes: sangue bovino, ovo, molho de tomate e molho de carne demonstrados na Figura 14.

Figura 14 - Agentes manchantes utilizados para a realização do manchamento de tecidos



Fonte: da autora, 2019.

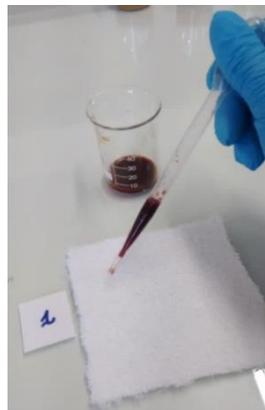
Para a realização do manchamento, retirou-se a quantidade de 0,07 gramas de cada agente manchante do seu respectivo béquer e aplicou-se sobre o tecido determinado, conforme as Figuras 15 e 16.

Figura 15 – Retirada da quantidade de agente manchante determinada necessária para o manchamento



Fonte: da autora, 2019.

Figura 16 - Aplicação da mancha no tecido de algodão



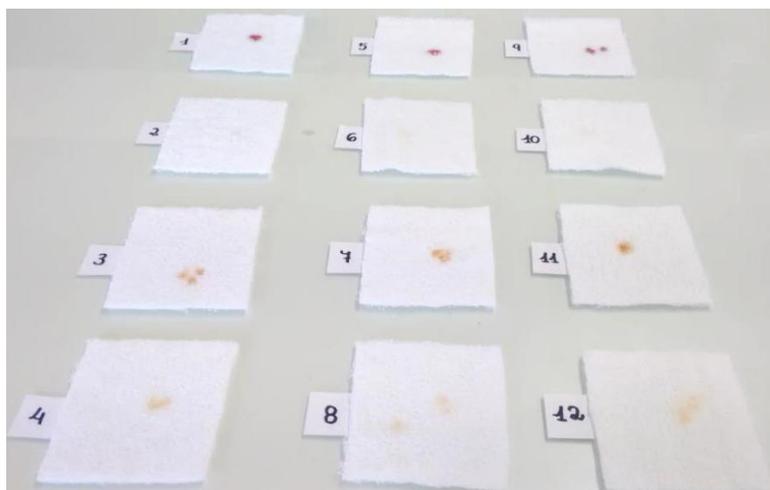
Fonte: da autora, 2019.

Cada tecido foi devidamente numerado para melhor organização dos procedimentos idealizados, já que os testes foram realizados com três formulações diferentes

para medida de comparação dos resultados finais. Como se tinham quatro agentes manchantes para realizar o manchamento dos tecidos, foram separados quatro tecidos para cada produto que foi testado com o fim de retirar as manchas dos tecidos, sendo os tecidos de números 1 ao 4 para os testes com detergente lava roupas enzimático de concorrente, os números do 5 ao 9 para os testes com detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa e os números do 9 ao 12 para os testes com o detergente lava roupas enzimático desenvolvido.

Os tecidos com mancha de sangue obtiveram os números 1, 5 e 9, os tecidos manchados com ovo obtiveram os números 2, 6 e 10, os tecidos com mancha de molho de tomate obtiveram os números 3, 7 e 11 e os tecidos manchados com molho de tomate obtiveram os números 4, 8 e 12 (Figura 17).

Figura 17 - Tecidos de algodão cortados com as manchas aplicadas



Fonte: da autora, 2019.

Após a aplicação de todas as manchas sobre os tecidos, deixou-se os mesmos sobre uma mesa de vidro para secarem a temperatura ambiente por 48 horas para que as manchas pudessem ser absorvidas pelos tecidos.

Passado o tempo de secagem, procedeu-se com a lavagem dos tecidos de maneira manual com auxílio de béqueres de 50 mL, onde foi adicionada a quantidade de 20 mL de água em cada um. Em um primeiro momento os testes foram realizados com a água a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) porque esta é a temperatura na qual a maioria das máquinas hoje em dia trabalha. Posteriormente, se fez o processo de lavagem com temperatura de aproximadamente 40 °C, que é um dos pontos onde a maioria das enzimas é mais eficaz e fez-se a comparação entre os dois processos de lavagem a temperaturas diferentes.

Depois, realizou-se a aplicação de 0,04 gramas de lava roupas diretamente sobre cada mancha de cada tecido, que foi colocado posteriormente dentro do béquer com água e deixado de molho por 5 minutos, conforme Figura 18.

Figura 18 - Tecido com mancha em tempo de molho



Fonte: da autora, 2019.

Passado o tempo de molho, tratando de imitar o processo de lavagem de uma máquina doméstica, com ajuda de um bastão de vidro realizou-se a lavagem do tecido contido no béquer por 10 minutos (2 minutos para direita, 2 minutos para a esquerda e assim sucessivamente até completar o total de 10 minutos), conforme Figura 19.

Figura 19 - Processo de lavagem



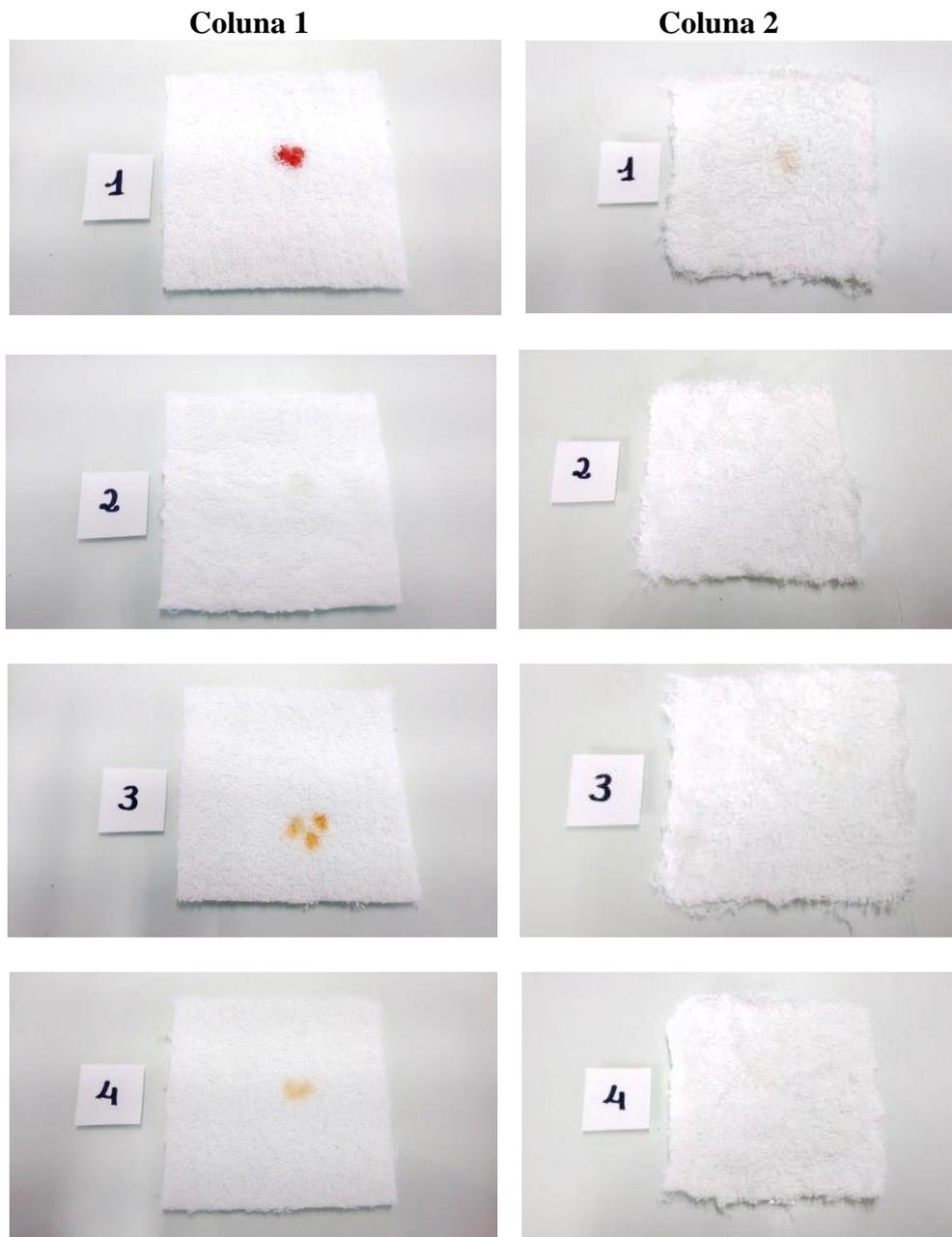
Fonte: da autora, 2019.

Após o procedimento de lavagem de cada um dos tecidos, os mesmos foram colocados novamente sobre a mesa para secar a temperatura ambiente por 48 horas para posterior análise dos resultados de maneira visual.

Os resultados após o processo de corte dos tecidos, aplicação das manchas, processo de lavagem e de secagem dos mesmos, estão demonstrados a seguir.

Na Figura 20 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após a aplicação das manchas e secagem por 48 horas após o processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas enzimático de concorrente e de secagem dos tecidos por 48 horas a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita).

Figura 20 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação de concorrente (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)

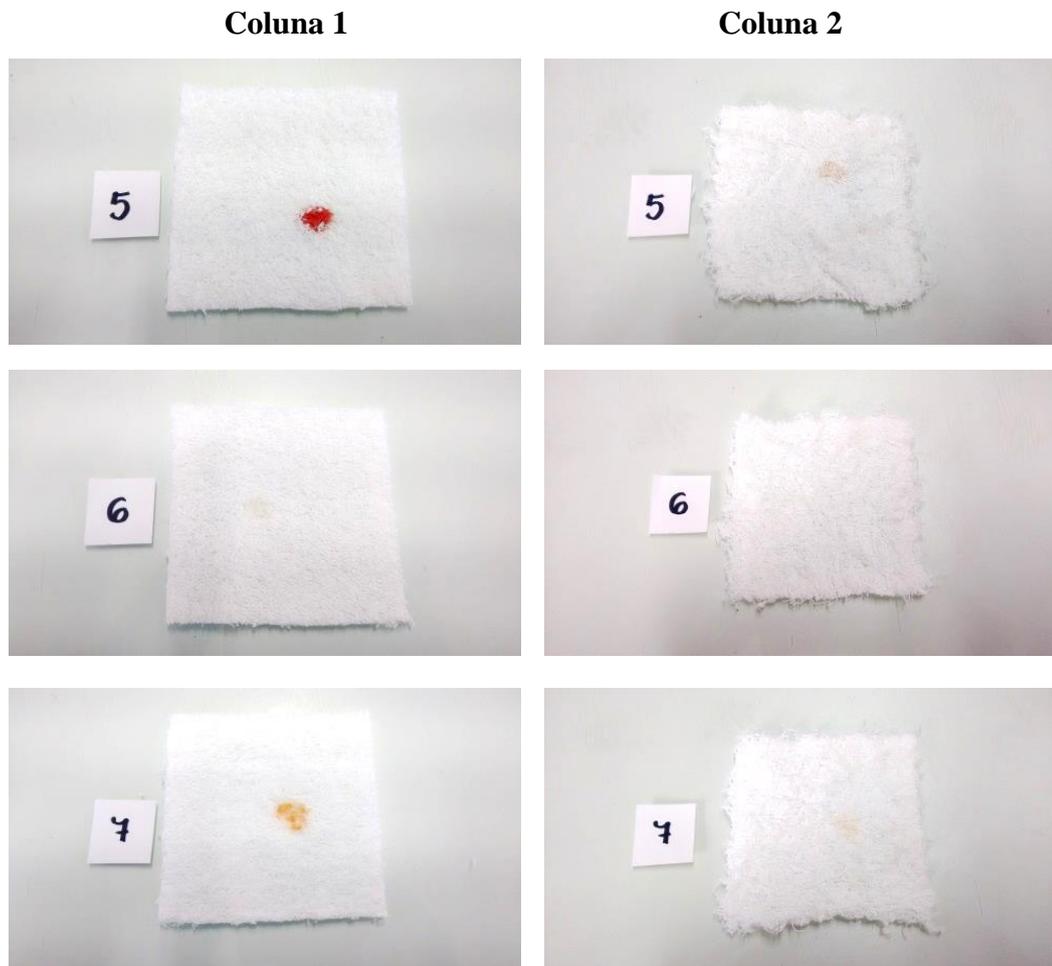


Fonte: da autora, 2019.

Pode-se observar através das imagens que as manchas de ovo (2), molho de tomate (3) e molho de carne (4) foram retiradas dos tecidos. Já o tecido manchado com sangue (1) após a lavagem e secagem ainda apresentou uma marca bem perceptível da mancha e sua localização.

Na Figura 21 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após aplicação das manchas e secagem dos mesmos por 48 horas após o processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas e de secagem dos mesmos por 48 horas a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita).

Figura 21 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação atual da empresa (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)



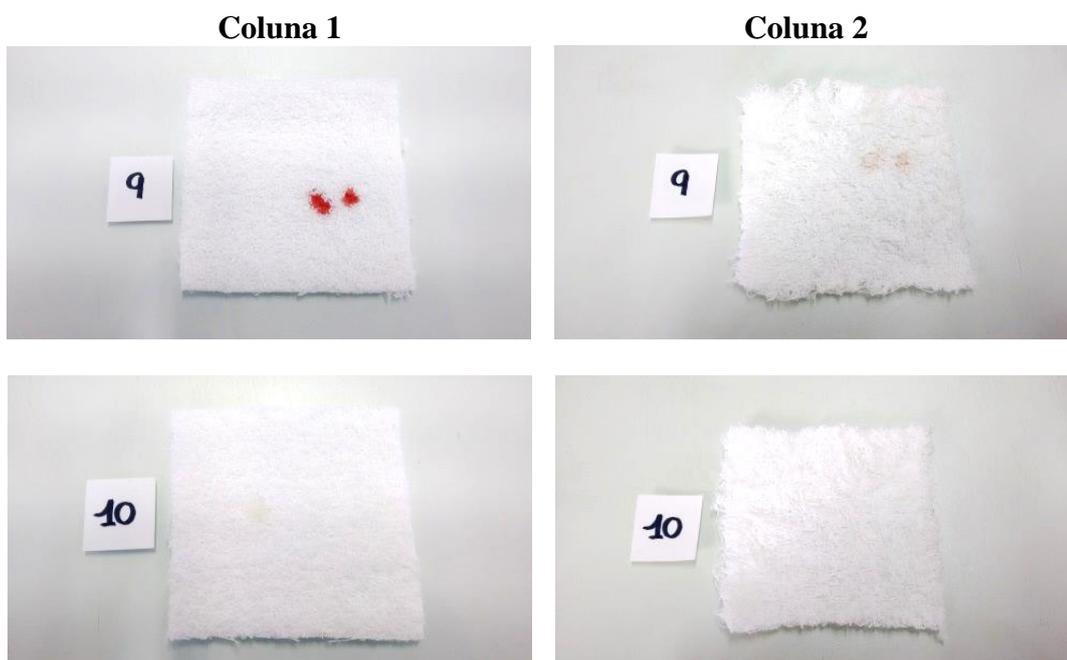


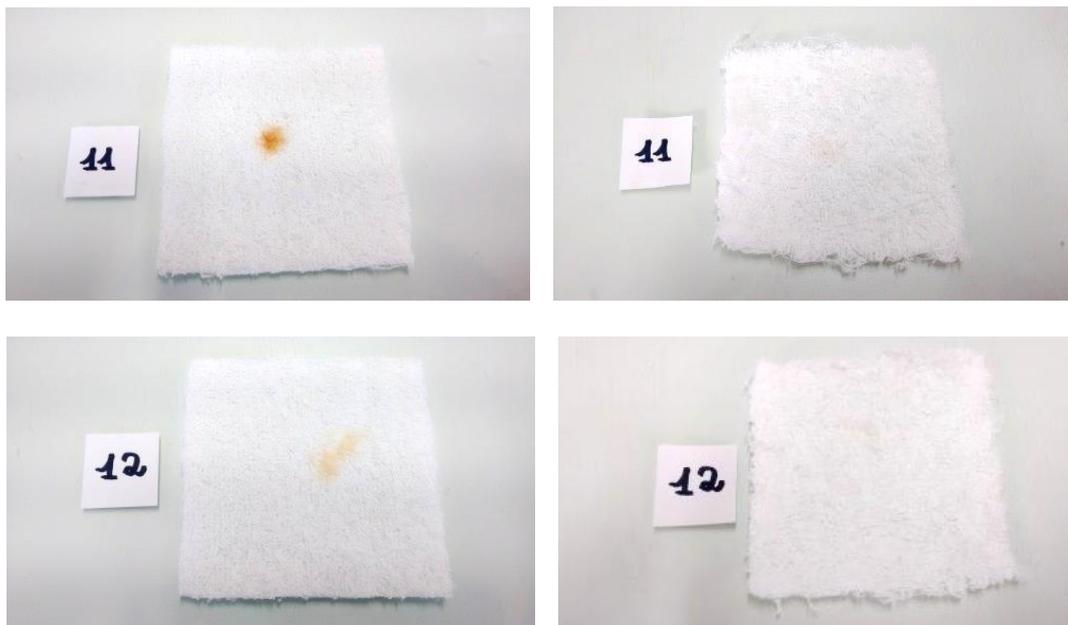
Fonte: da autora, 2019.

Como observado através das imagens, as manchas de ovo (2) e de molho de carne (4) foram retiradas dos tecidos. Já o tecido manchado com sangue (1) após a lavagem e secagem ainda apresentou uma marca bem perceptível da mancha e sua localização. Em relação ao tecido manchado com molho de tomate (3) percebeu-se uma dificuldade da retirada da mancha do tecido, já que a percepção da mancha no mesmo foi maior do que dos testes realizados com os detergentes lava roupas enzimáticos, que retiraram mais esse tipo de mancha dos tecidos.

Na Figura 22 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após aplicação das manchas e secagem por 48 horas dos tecidos após processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas enzimático desenvolvido na empresa e de secagem dos mesmos por 48 horas a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita).

Figura 22 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação proposta (Coluna 1) e após processo de lavagem a 25°C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2)





Fonte: da autora, 2019.

Os resultados obtidos com a fórmula desenvolvida de detergente lava roupas enzimático na empresa foram parecidos aos resultados obtidos com a fórmula do detergente lava roupas do concorrente, onde as manchas de ovo (2), molho de tomate (3) e molho de carne (4) foram retiradas dos tecidos, mas a mancha de sangue (1) ainda ficou bem perceptível sobre o tecido.

Em um primeiro momento, visualmente falando, os resultados de todos os três produtos deram parecidos. Porém, a diferença maior foi perceptível através dos tecidos manchados com molho de tomate. Nos tecidos de número 3 e 11, cujos produtos em sua fórmula continham enzimas, a mancha foi retirada dos tecidos, porém, a mancha não foi retirada de forma total do tecido de número 7 onde se utilizou a fórmula do produto convencional.

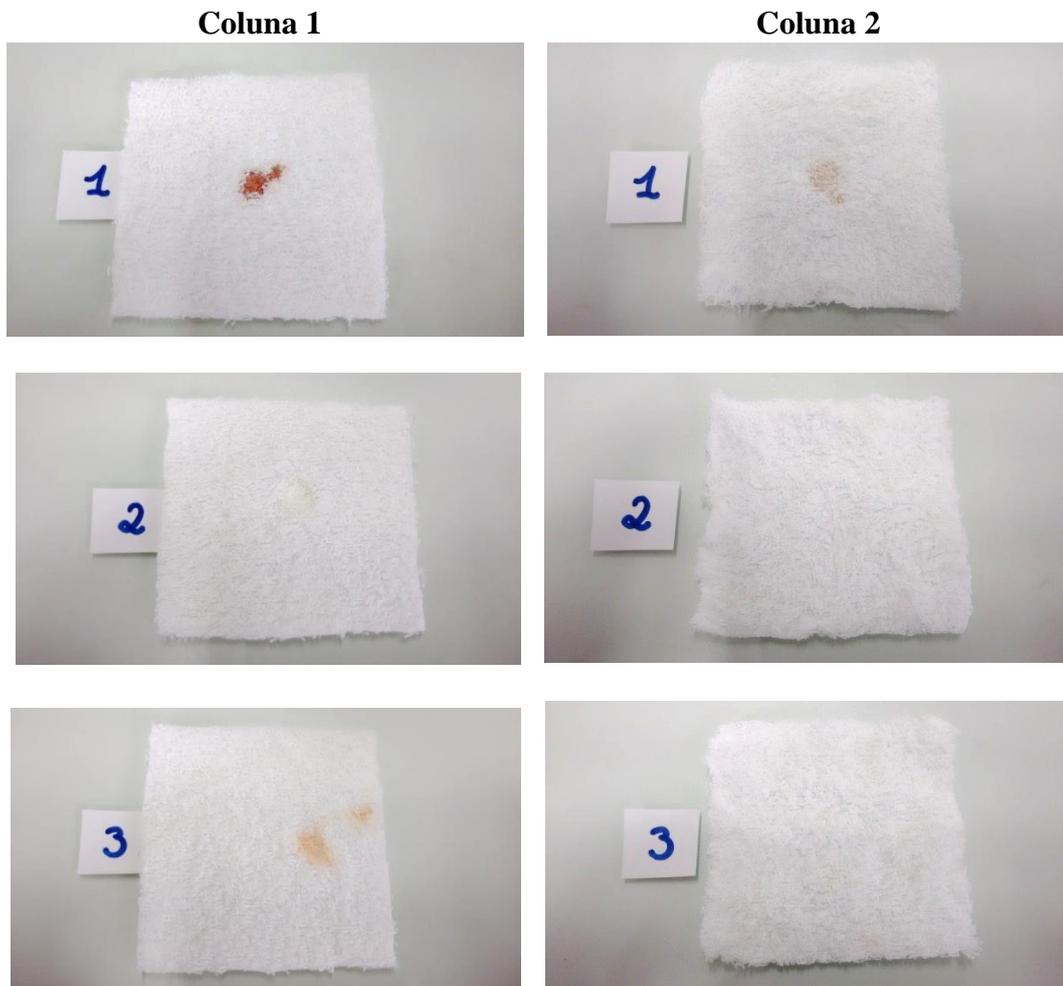
Nos tecidos manchados com ovo (tecidos de número 2, 6 e 10), antes mesmo do processo de lavagem a mancha ficou difícil de ser localizada e após o processo de secagem pôde-se perceber que as manchas tinham saído dos tecidos, mas visualmente não se pôde tirar uma conclusão exata a este respeito.

Pôde-se perceber também que, nos tecidos com mancha de sangue (tecidos de números 1, 5 e 9), esta mancha apareceu mais amenizada com o uso das formulações dos produtos com enzimas, sendo que apresentou leve diferença visual com o uso do produto não enzimático atual da empresa.

Nos tecidos manchados com molho de tomate (tecidos de número 4, 8 e 12), as manchas foram também facilmente retiradas pelos três produtos, o que não nos leva a um parecer que fecha exatamente com os resultados que seriam esperados.

Na Figura 23 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após aplicação das manchas e secagem por 48 horas depois do processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas enzimático de concorrente a temperatura de aproximadamente 40 °C e de secagem dos mesmos a temperatura ambiente por 48 horas (Coluna 2 - Direita).

Figura 23 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação de concorrente (Coluna 1 - Esquerda) e após processo de lavagem a aproximadamente 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita)



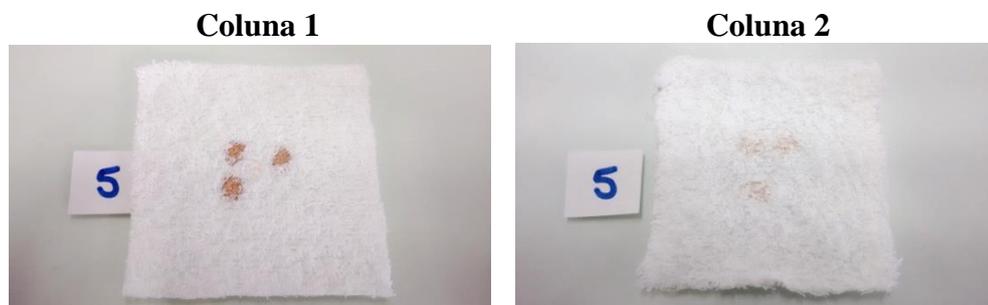


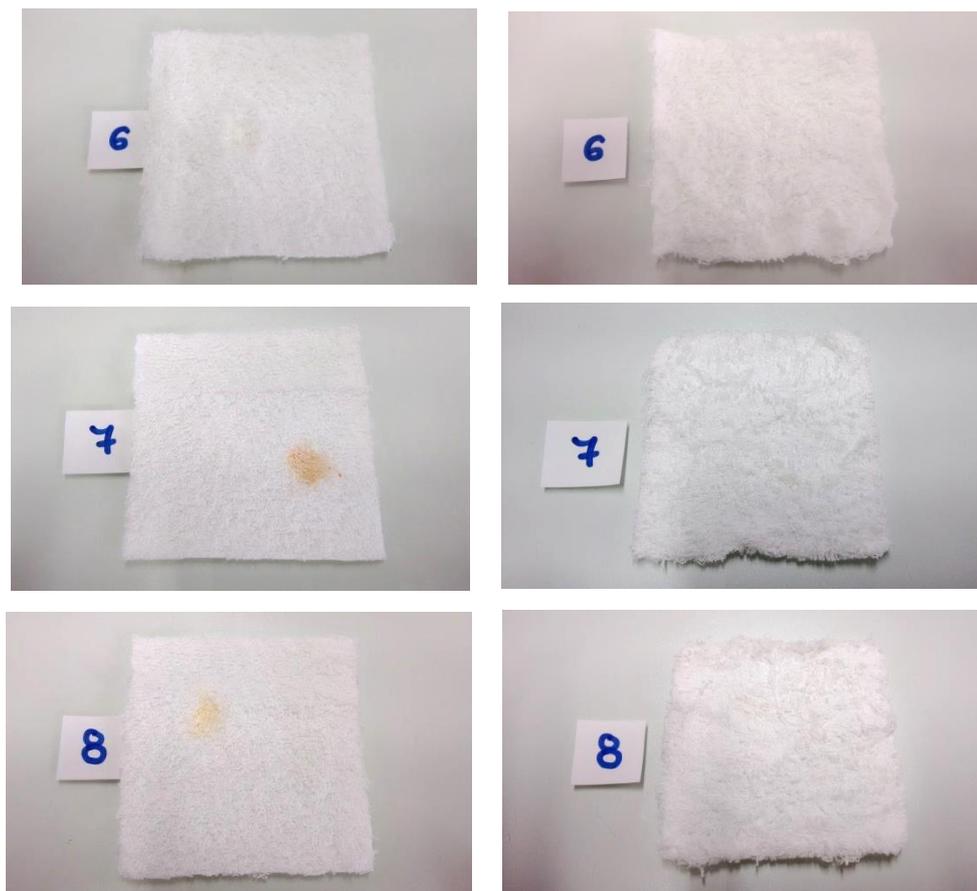
Fonte: da autora, 2019.

Através dos resultados obtidos, que pelas imagens não se tornaram tão perceptíveis quanto pessoalmente, a uma temperatura elevada da água no processo de lavagem as manchas de ovo (2), de molho de tomate (3) de molho de carne (4) foram retiradas totalmente dos tecidos sem deixar nenhuma marca de manchamento, sendo que em relação aos tecidos que passaram por processo de lavagem a temperatura de 25°C estes últimos ficaram com alguns poucos resquícios das manchas, porém pouco perceptíveis. Em relação às manchas de sangue (1) esperava-se uma melhor performance de retirada das manchas do tecido, o que não ocorreu, pois as manchas ainda ficaram bem perceptíveis nos tecidos.

Na Figura 24 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após aplicação das manchas e secagem por 48 horas depois do processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa a temperatura de aproximadamente 40 °C e de secagem dos mesmos a temperatura ambiente por 48 horas (Coluna 2 - Direita).

Figura 24 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação atual da empresa (Coluna 1 - Esquerda) e após processo de lavagem a aprox. 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 - Direita)



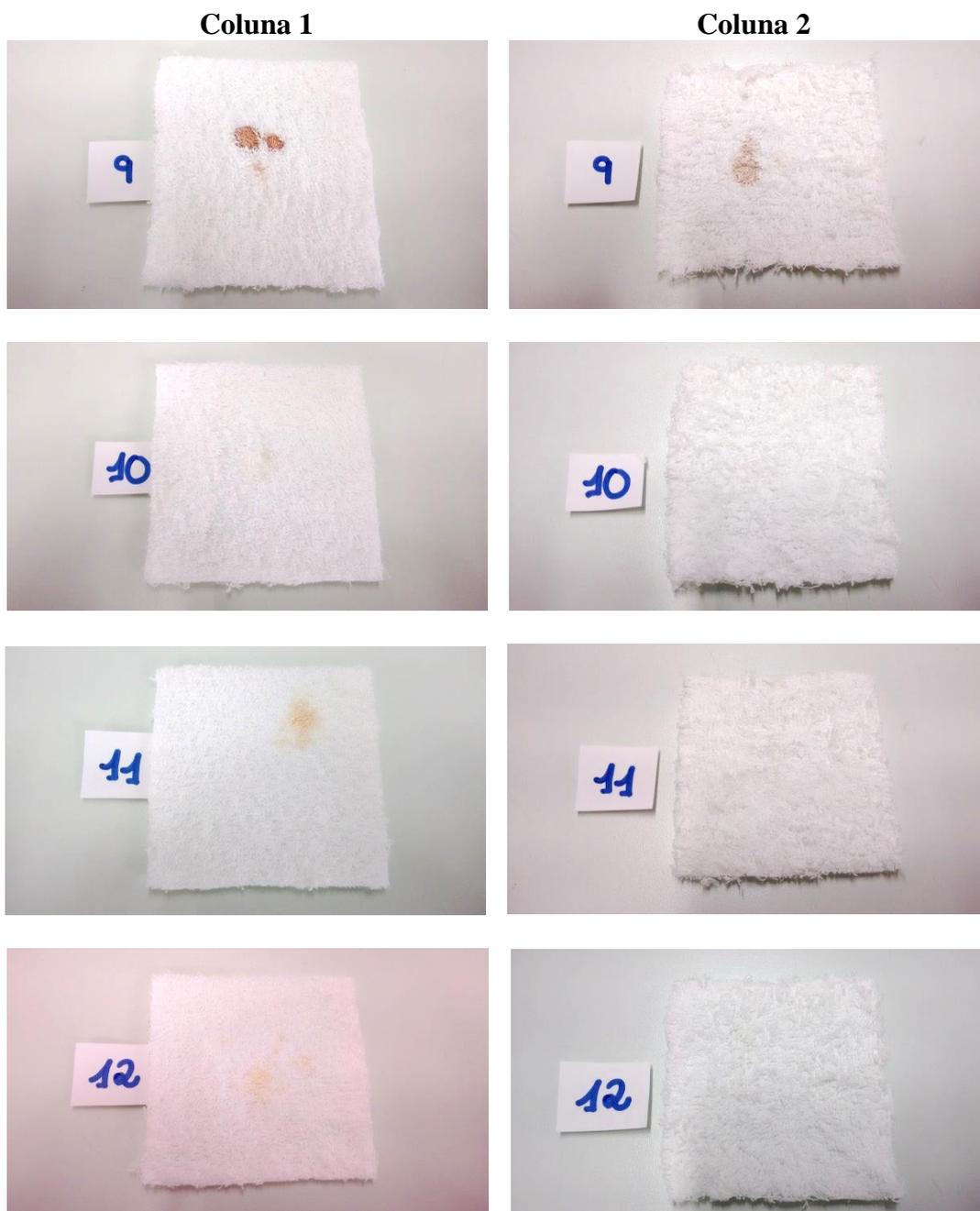


Fonte: da autora, 2019.

Conforme observado através das imagens anteriores e de maneira surpreendente, mesmo sem enzimas, visualmente o detergente lava roupas atual da empresa conseguiu retirar as manchas dos tecidos de igual maneira que os testes realizados com o detergente lava roupas concorrente com a presença de enzimas em sua formulação. Em relação à mudança de temperatura, os resultados verificaram-se terem sido melhores à temperatura aproximada de 40 °C do que a 25 °C.

Na Figura 25 encontram-se as imagens relativas aos tecidos após aplicação das manchas e secagem por 48 horas depois do processo de manchamento (Coluna 1 - Esquerda) e também as imagens relativas aos tecidos após o processo de lavagem com detergente lava roupas enzimático desenvolvido na empresa a temperatura de aproximadamente 40 °C e de secagem dos mesmos a temperatura ambiente (Coluna 2 – Direita).

Figura 25 - Tecidos após a aplicação das manchas para teste com formulação proposta (Coluna 1 – Esquerda) e após processo de lavagem a aprox. 40 °C e secagem a temperatura ambiente (Coluna 2 – Direita)



Fonte: da autora, 2019.

Observando os resultados com a formulação desenvolvida na empresa percebeu-se que estes foram parecidos com os resultados observados anteriormente a esta temperatura. Não houve mudanças perceptíveis de maneira visual dos resultados obtidos com a fórmula desenvolvida em relação aos dos testes com detergente lava roupas enzimático da concorrência e detergente lava roupas sem enzimas atual da empresa.

Os resultados obtidos e analisados a uma temperatura mais elevada depois dos mesmos procedimentos realizados à outra temperatura foram praticamente iguais, através de análise visual, dos resultados a uma temperatura de 25 °C em relação às comparações feitas entre uma e outra formulação. Porém, uma vantagem de utilizar temperatura mais elevada no processo de lavagem é uma maior quantidade de retirada das manchas dos tecidos, em efeito. Mas esta última informação não se torna de interesse, já que na atualidade praticamente todas as máquinas de lavar roupas domésticas estão realizando suas atividades a temperatura ambiente, portanto, esta parte da metodologia foi realizada apenas para método de comparação entre as formulações cujos resultados foram praticamente igualados pela percepção visual.

4.4.2 Testes realizados na empresa fornecedora das enzimas

As amostras enviadas para a empresa fornecedora de enzimas foram numeradas sem a especificação de qual era o produto enviado nas amostras e assim ter a maior confiabilidade possível nos resultados. As amostras foram numeradas do número 1 ao 4: Amostra 1 (detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas), Amostra 2 (detergente lava roupas da fórmula proposta), Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto) e Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado).

Após todos os procedimentos realizados (preparação das manchas, dos cronômetros e da *tergotometer* e realização dos processos de diluição do detergente, adição dos tecidos EMPA e as manchas na *tergotometer*, agitação, enxágue e secagem) realizou-se análise dos resultados com ajuda do espectrofotômetro para cada mancha utilizada para manchamento dos tecidos cujos resultados estão demonstrados nos gráficos a seguir e também nas figuras dos tecidos utilizados cuja diferença de eficiência pode ser percebida de maneira visual.

Na Figura 26 estão demonstrados os tecidos cujo manchamento realizado foi com achocolatado. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

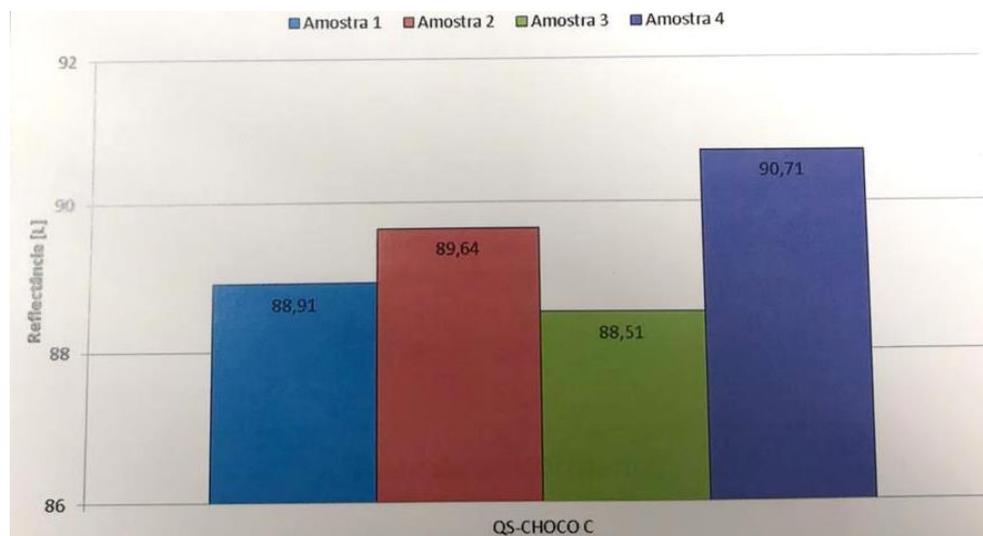
Figura 26 - Tecidos com mancha de achocolatado



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior, o tecido da Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado) está mais limpo em comparação com os outros tecidos, mas o tecido da Amostra 2 (detergente lava roupas da fórmula proposta) ficou em uma boa posição frente aos demais. Os tecidos das Amostras 1 (detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas) e Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto) ficaram lado a lado nos resultados. Estes resultados também estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 6 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de achocolatado



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, a Amostra 4 foi a que teve um resultado maior e mais positivo, seguida da Amostra 2.

Na Figura 27 estão demonstrados os tecidos cujo manchamento realizado foi com espinafre. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

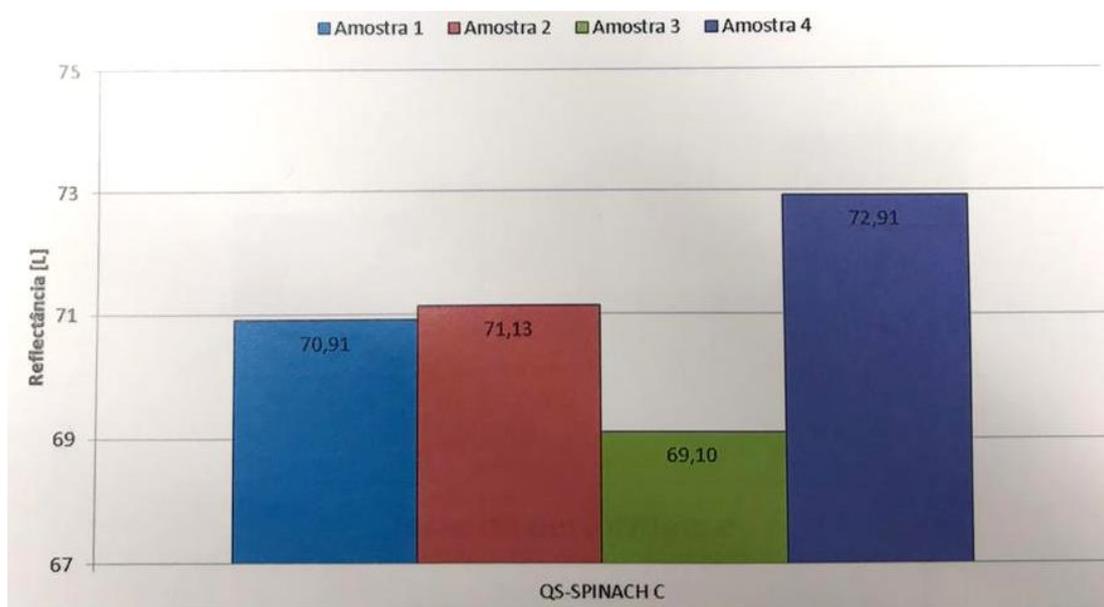
Figura 27 - Tecidos com mancha de espinafre



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior, a Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado) teve uma leve diferença superior e a Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto) foi a que teve o pior resultado. Estes resultados também estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 7 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de espinafre



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, a Amostra 4 foi a que teve um resultado maior e mais positivo, seguida da Amostra 2 e 1. A Amostra 3 foi a que teve o resultado inferior às outras três amostras.

Na Figura 28 estão demonstrados os tecidos cujo manchamento realizado foi com sorvete de chocolate. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

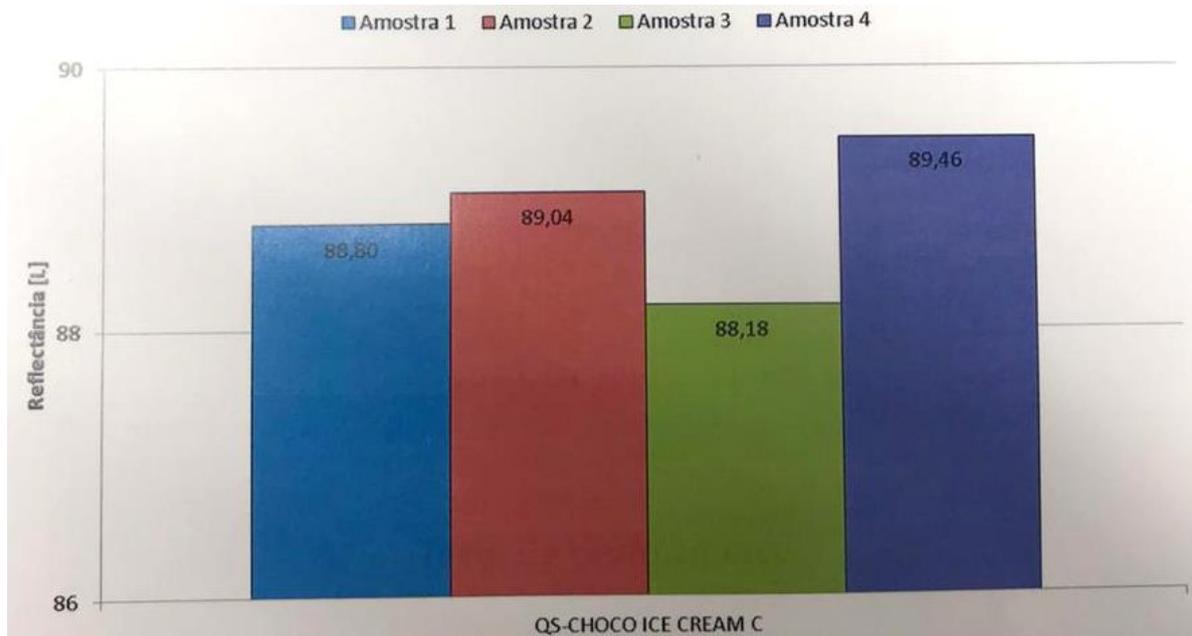
Figura 28- Tecidos com mancha de sorvete de chocolate



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior, os resultados dos tecidos ficaram praticamente empatados, sendo que a Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado) teve uma leve diferença superior e a Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto) foi a que teve o pior resultado. Estes resultados também estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 8 - Teste de performance realizado com tecidos com mancha de sorvete de chocolate



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, a Amostra 4 foi a que teve um resultado maior mais positivo, seguida das

Amostras 2 e 1 e a Amostra 3 foi a que teve o resultado inferior às outras três amostras. Porém, através da comparação dos valores, a diferença entre fórmulas foi praticamente não perceptível.

Na Figura 29 estão demonstrados os tecidos cujo manchamentos realizados foram com mingau de aveia e chocolate. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

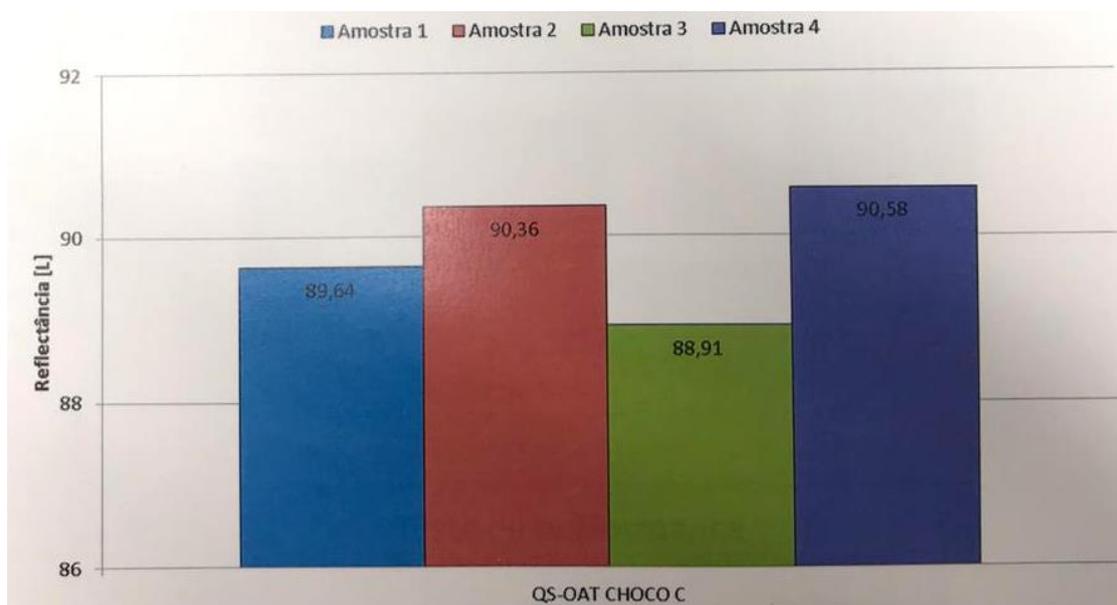
Figura 29 - Tecidos com manchas de mingau de aveia e chocolate



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior a Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado) teve uma diferença superior e a Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto) foi a que teve o pior resultado. Estes resultados também estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 9 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de mingau de aveia e chocolate



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, as Amostra 2 e 4 estiveram lado a lado nos resultados finais, seguidas da Amostra 1 e, por último, pela Amostra 3.

Na Figura 30 estão demonstrados os tecidos cujo manchamentos realizados foram com vitamina de banana. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

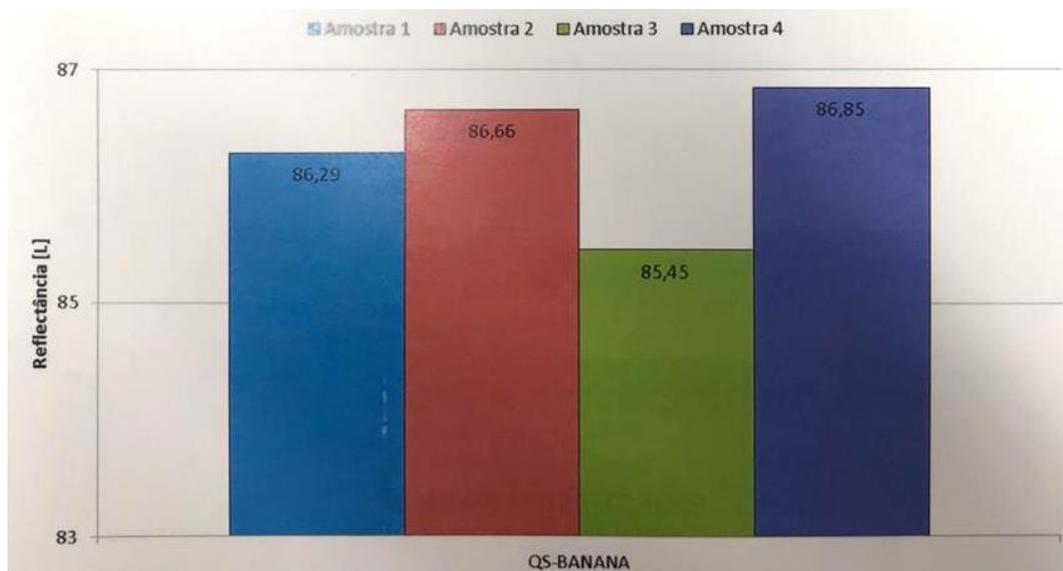
Figura 30 - Tecidos com manchas de vitamina de banana



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior a Amostra 4 (detergente lava roupas de concorrente líder do mercado) teve uma diferença superior, a Amostra 2 (detergente lava roupas da fórmula proposta) e a Amostra 1 (detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas) tiveram resultados parecidos, seguidas pelo resultado da Amostra 3 (detergente lava roupas de concorrente direto). Os resultados de reflectância estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 10 - Teste de performance realizado com tecido com mancha de vitamina de banana



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, pode-se perceber que as Amostras 2 e 4 ficaram praticamente iguais em questão de eficiência, tendo uma leve diferença entre elas. A Amostra 1 teve resultado parecido com a Amostra 2 e a Amostra 3 foi inferior a eficiência em relação às demais.

Na Figura 31 estão demonstrados os tecidos EMPAS com mancha de bebida de cacau. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

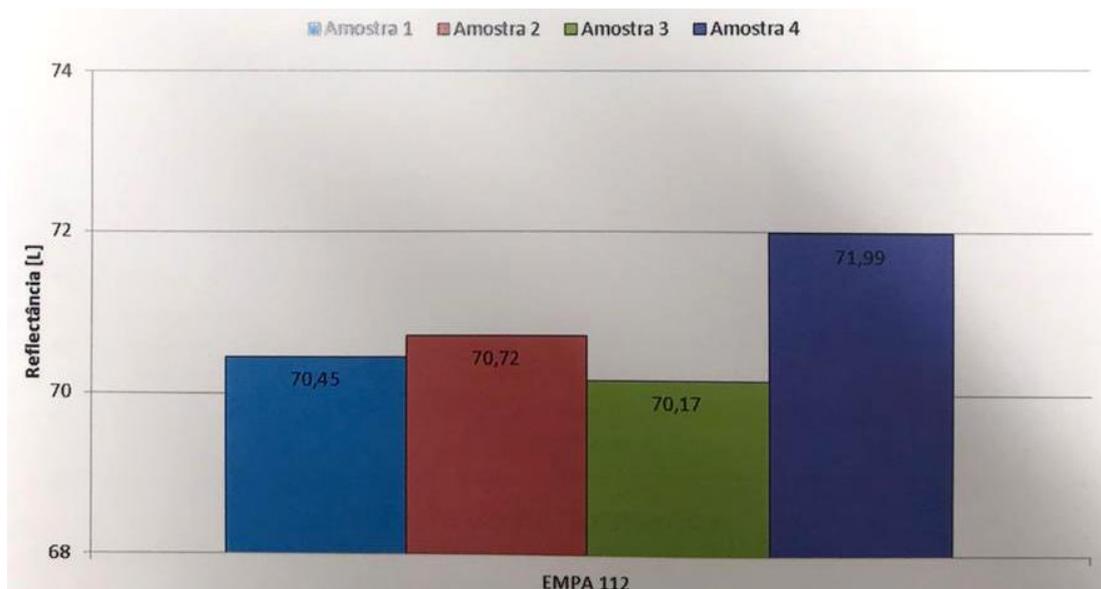
Figura 31- Tecidos EMPA com mancha de bebida de cacau



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior as amostras ficaram posicionadas praticamente em uma mesma linha de eficiência de limpeza das manchas dos tecidos. Os resultados de reflectância estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 11 – Teste de performance realizado com tecido com mancha de bebida de cacau



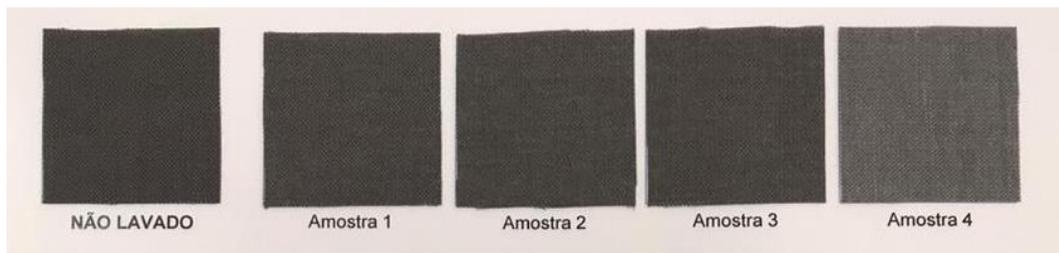
Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, pode-se perceber que a Amostra 4 teve uma eficiência melhor, enquanto

que as outras três amostras ficaram praticamente iguais em questão de eficiência, tendo uma leve diferença entre elas.

Na Figura 32 estão demonstrados os tecidos EMPAS com manchas de sangue, leite e *carbon black*. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

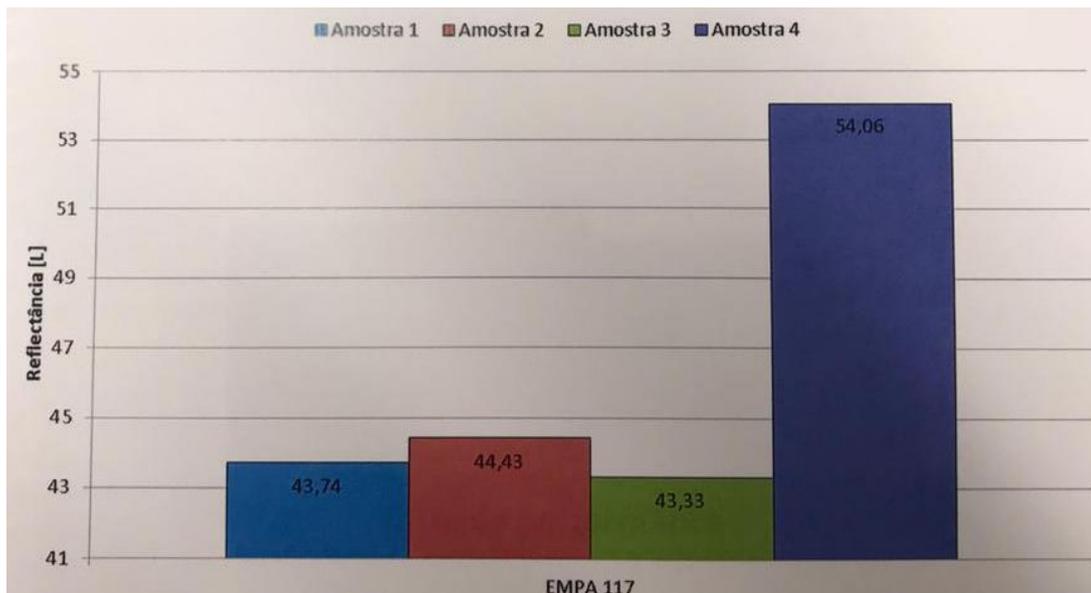
Figura 32 - Tecidos EMPA com manchas de sangue, leite e *carbon black*



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior as amostras ficaram posicionadas praticamente em uma mesma linha de eficiência de limpeza das manchas dos tecidos, mas a Amostra 4 mostrou melhor eficácia que as demais. Os resultados de reflectância estão demonstrados no gráfico a seguir:

Gráfico 12 - Teste de performance realizado com tecido com manchas de sangue, leite e *carbon black*

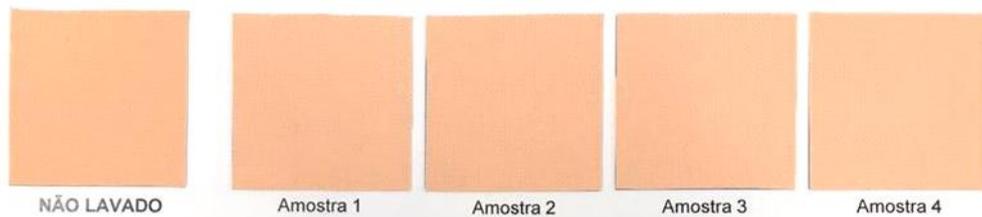


Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, pode-se perceber que a Amostra 4 teve uma eficiência melhor muito perceptível, seguida pela Amostra 2, enquanto que as outras duas amostras ficaram praticamente iguais em questão de eficiência, tendo uma leve diferença entre elas.

Na Figura 33 estão demonstrados os tecidos EMPAS com manchas de amido de mandioca e corante. Um de cada cinco tecidos não foi lavado para fins de diferença visual referente aos outros tecidos devidamente lavados com as amostras determinadas.

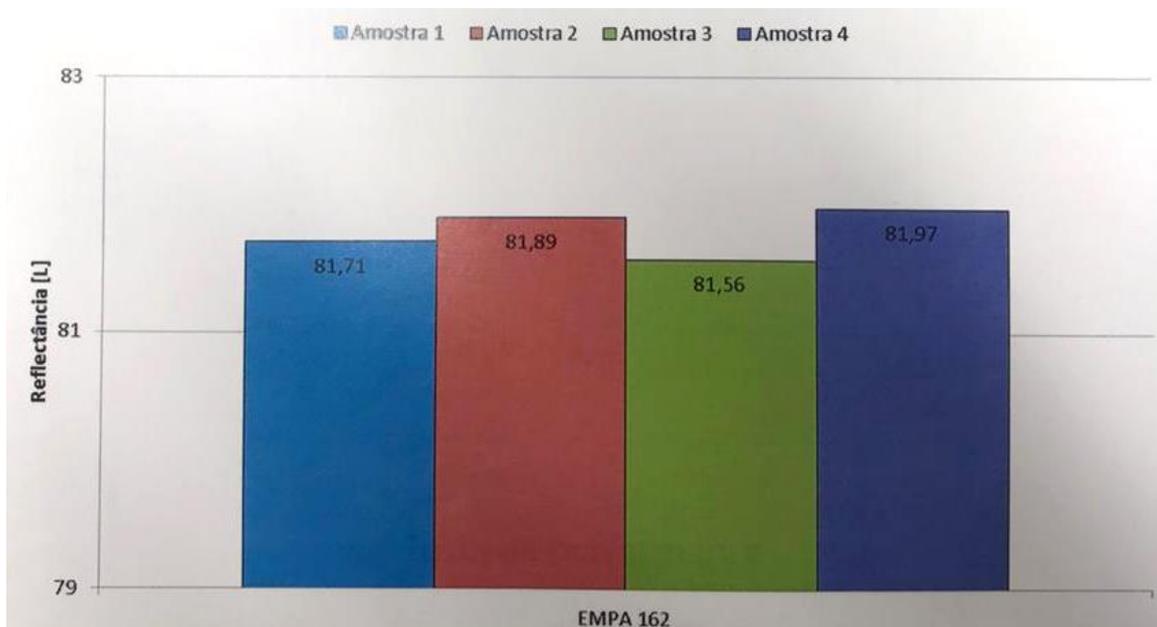
Figura 33 - Tecidos EMPA com manchas de amido de mandioca e corante



Fonte: QUIMISA, 2019.

Como se pode perceber na figura anterior as amostras ficaram posicionadas praticamente em uma mesma linha de eficiência de limpeza das manchas dos tecidos, mas a Amostra 4 mostrou melhor eficácia que as demais. Os resultados de reflectância estão demonstrados no gráfico a seguir:

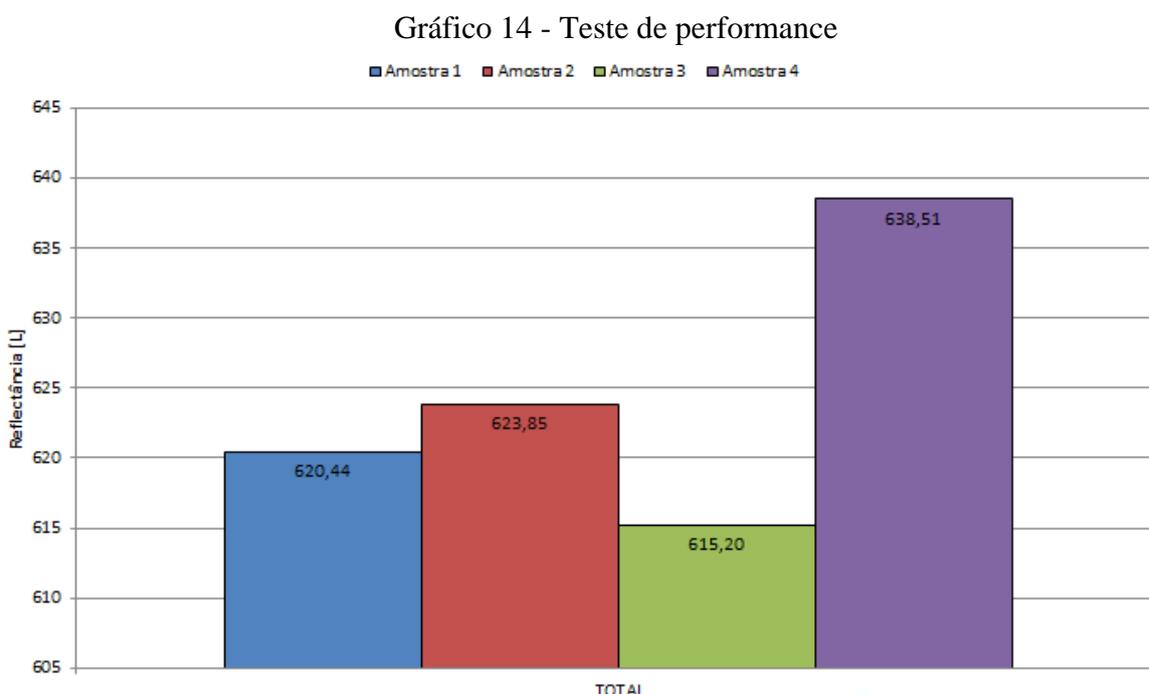
Gráfico 13 - Teste de performance realizado com tecido com manchas de amido de mandioca e corante



Fonte: QUIMISA, 2019.

Através da comparação dos valores de reflectância obtidos no gráfico anterior para cada amostra, pode-se perceber que as quatro amostras ficaram praticamente iguais em questão de eficiência, tendo uma leve diferença entre elas.

No Gráfico 14 estão demonstradas as quatro amostras que foram utilizadas para os testes de lavagem dos tecidos manchados e a quantidade total de reflectância obtida da soma dos resultados de reflectância de cada gráfico anterior que cada tecido teve após os procedimentos de lavagem e secagem realizados.



Fonte: QUIMISA, 2019.

De acordo com os resultados demonstrados no Gráfico 14, a Amostra 4 (detergente lava roupas enzimático de concorrente líder de mercado) obteve performance bem acima das demais. As Amostras 1 e 2 (detergente lava roupas atual da empresa sem enzimas e detergente lava roupas da fórmula proposta) obtiveram resultados próximos. Já a Amostra 3 (detergente lava roupas enzimático de concorrente direto) obteve um resultado inferior às demais.

Através do gráfico pode-se interpretar que a fórmula proposta para o detergente lava roupas enzimático teve uma boa performance, já que se posicionou em segundo lugar nos resultados finais, sendo que perdeu apenas para o concorrente líder de mercado. Porém, frente ao detergente lava roupas atual da empresa que não contém enzimas a diferença não foi tão significativa quanto para já lança-lo às vendas. Um sinal positivo é que o desenvolvimento da

formulação encontra-se no caminho correto frente ao concorrente direto que teve um resultado inferior. Mesmo assim, precisará trabalhar-se mais um tempo em cima da formulação para encontrar o ponto de equilíbrio ótimo na mesma tanto nas características desejadas pela empresa como viscosidade alta, por exemplo, e cuja eficiência das enzimas estejam com uma diferença maior em relação ao produto atual.

4.5 ANÁLISE DOS CUSTOS DAS MATÉRIAS PRIMAS

De acordo com os valores orçados com os fornecedores já ativos na empresa anteriormente ao projeto e os novos fornecedores da mesma, foi montada a tabela a seguir para a formulação desenvolvida (Tabela 7).

Tabela 7 – Custos das matérias primas para a formulação proposta para 1 L do produto

Matérias Primas	Quantidade (%)	Preço/NET	Valor
Tensoativo Aniônico 1	4 a 8	5,98	0,3588
Alcalinizante	1 a 3	2,72	0,068
Tensoativo Aniônico 2	5 a 10	2,55	0,204
Espessante 1	0,5 a 3,5	2,28	0,0684
Espessante 2	0,5 a 2,5	1,38	0,0207
Agente Antiderrepositante	0,1 a 0,5	6,38	0,01276
Conservante	0,2 a 2	6,01	0,01202
Fragrância	0,2 a 0,6	60	0,144
Branqueador Óptico	0,01 a 0,6	138,8	0,02776
Corante 1	0,01 a 0,2	189,92	3,80
Corante 2	0,01 a 0,2	332,29	3,32
Enzimas	0,2 a 5	90	0,36
Água	70 a 90		
Total	100		1,35477

Fonte: da autora, 2019.

Com o valor ao qual se chegou através dos cálculos da Tabela 7, contaram-se os demais custos do produto, como custos de mão-de-obra, custo da embalagem, custo da tampa, entre outros, até chegar no valor final do mesmo para 1 L cujos valores estão demonstrados nas tabelas a seguir:

Tabela 8 - Custos para 1 L do produto

Custos	Valores
Matéria Prima	1,35477
Mão de obra	1,17
Tampa	0,12
Embalagem	0,77
Soma	3,41477

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 9 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final

Impostos e outros	33,27%
Valor Lucro Zero	4,55
Valor Impostos	1,992873
Lucro	0,582357
Lucro (%)	9,72
Valor Final do Produto	5,99

Fonte: da autora, 2019.

Através das informações contidas nas Tabelas 8 e 9 chegou-se ao valor de R\$ 5,99 para o produto da fórmula desenvolvida na compra de 1 L do produto. Em relação aos valores atuais da empresa este valor encontra-se dentro dos parâmetros solicitados e contando com um lucro de aproximadamente 10% do custo do produto para a empresa. Contando com uma porcentagem de 45% colocada pelos mercados em cima do valor final do produto obteve-se um valor de R\$ 8,68.

Com o valor ao qual se chegou através dos cálculos da Tabela 7, contaram-se os demais custos do produto, como custos de mão-de-obra, custo da embalagem, custo da tampa, entre outros, até chegar no valor final do mesmo para 2 L cujos valores estão demonstrados nas tabelas a seguir:

Tabela 10 - Custos para 2 L do produto

Custos	Valores
Matéria Prima	2,70954
Mão de obra	1,17
Tampa	0,12
Embalagem	0,77
Soma	4,76954

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 11 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final

Impostos e outros	33,27%
Valor Lucro Zero	6,36
Valor Impostos	2,82795
Lucro	0,90251
Lucro (%)	10,62
Valor Final do Produto	8,50

Fonte: da autora, 2019.

Através das informações contidas nas Tabelas 10 e 11 chegou-se ao valor de R\$ 8,50 para o produto da fórmula desenvolvida na compra de 2 L do produto. Em relação aos valores atuais da empresa este valor encontra-se dentro dos parâmetros solicitados e contando com um lucro de aproximadamente 10% do custo do produto para a empresa. Contando com uma porcentagem de 45% colocada pelos mercados em cima do valor final do produto obteve-se um valor de R\$ 12,32.

Com o valor ao qual se chegou através dos cálculos da Tabela 7 também contaram-se os demais custos do produto, como custos de mão-de-obra, custo da embalagem, custo da tampa, entre outros, até chegar no valor final do mesmo para 5 L cujos valores estão demonstrados nas tabelas a seguir:

Tabela 12 - Custos de 5 L do produto

Custos	Valores
Matéria Prima	6,77385
Mão de obra	1,17
Tampa	0,12
Embalagem	0,77
Soma	8,83385

Fonte: da autora, 2019.

Tabela 13 – Demais valores envolvidos nos custos para obtenção do valor do produto final

Impostos e outros	33,27%
Valor Lucro Zero	11,77
Valor Impostos	5,22339
Lucro	1,64276
Lucro (%)	10,46
Valor Final do Produto	15,7

Fonte: da autora, 2019.

Através das informações contidas nas Tabelas 12 e 13 chegou-se ao valor de R\$ 15,70 para o produto da fórmula desenvolvida na compra de 5 L do produto. Em relação aos valores atuais da empresa este valor encontra-se dentro dos parâmetros solicitados e contando

com um lucro de aproximadamente 10% do custo do produto para a empresa. Contando com uma porcentagem de 45% colocada pelos mercados em cima do valor final do produto obteve-se um valor de R\$ 22,76.

Como média de mercado, têm-se normalmente valores de R\$ 35,90 para 3 L e R\$ 80 para 5 L e os resultados obtidos para a fórmula desenvolvida para mercado foram de R\$ 8,68 para 1 L, R\$ 12,32 para 2 L e R\$ 22,76 para 5 L. Estes resultados verificam que, diante da concorrência, o produto, com eficiência comprovada, encontra-se em uma boa posição em relação a preço e qualidade do produto garantida pelos testes realizados.

5 CONCLUSÃO

Tendo em conta o crescimento do mercado de produtos de limpeza mais amigáveis com o meio ambiente, investir neste aspecto torna-se importante para as empresas que querem estar a par das exigências dos consumidores atuais e das tendências que aparecem no mercado. Os químicos contribuem neste contexto através da aplicação de seus conhecimentos através do processo de desenvolvimento de formulações, entre outros aspectos, com o fim de encontrar o equilíbrio entre desenvolver um novo produto para o mercado que gere lucro para a empresa, que seja atraente e útil para o consumidor e que esteja ligado à sustentabilidade do ambiente.

Assim, através dos resultados obtidos as principais conclusões foram:

- A pesquisa de opinião realizada no início do desenvolvimento do trabalho mostrou que mais de 50 % do público está interessado na ideia de consumir produtos de limpeza que sejam mais amigáveis com o meio ambiente, concorda com o uso de embalagens que sejam recicláveis e têm disposição em pagar um valor maior por um produto deste patamar.

- O processo de seleção ou exclusão de cada matéria prima para a formulação foi realizado através dos resultados obtidos das manipulações testes por meio da avaliação do pH, densidade, viscosidade e estabilidade. Por meio dessas análises, realizadas para a amostra da fórmula proposta, da fórmula de um detergente lava roupas atual sem enzimas da empresa e a de um concorrente líder de mercado, pôde-se obter para a fórmula proposta resultado de pH neutro igual ao dos outros dois produtos. Para a densidade o valor obtido esteve dentro dos parâmetros esperados. Em relação à viscosidade, o valor da mesma foi superior ao produto atual da empresa e parecida à do concorrente, encontrando-se dentro do resultado desejado pela empresa. A estabilidade da fórmula na geladeira foi ótima, já que o produto não apresentou turvação a baixas temperaturas.

- Através dos testes de eficiência das enzimas na fórmula proposta realizados na própria empresa onde a formulação foi desenvolvida, concluiu-se que a diferença de eficiência das enzimas na fórmula em relação aos outros dois produtos (detergente lava roupas sem enzimas da empresa e detergente lava roupas de concorrente líder de mercado) foi pouco perceptível por meio de análise visual. Através dos testes realizados na empresa fornecedora das enzimas com o envio das quatro amostras de produtos especificados no trabalho, pôde-se chegar à conclusão de que o desenvolvimento da fórmula foi positivo, porém pode-se melhorar para resultados mais perceptíveis e melhores.

- Por fim, através de um levantamento financeiro realizado, a formulação desenvolvida resultou em um custo financeiro adequado, tomando uma ótima posição diante dos concorrentes e com eficiência do produto comprovada pelos testes realizados.

Finalmente, pode-se concluir que houve avanços em termos de pesquisa e desenvolvimento na empresa em que foi feito o estudo, já que deu entrada a um novo mundo de biotecnologia para implantação na mesma, levando-se em consideração a importância de se ter produtos de limpeza ambientalmente amigáveis em seu portfólio impulsionado pela tendência mundial do setor que está abrangendo cada vez mais novidades a respeito desse aspecto da sustentabilidade ambiental.

O estudo realizado proporcionou conhecimento técnico e social e mesmo com as dificuldades durante o processo como encontrar uma formulação dentro dos resultados desejados da característica final do produto, metodologia para análise da eficiência das enzimas na formulação, não turvação da formulação desejada na geladeira a baixas temperaturas, entre outros, pôde-se alcançar bons resultados quanto aos objetivos determinados no início deste estudo. Apesar dos resultados positivos encontrados, serão necessários novos estudos a fim de aprimorar a qualidade da formulação proposta com as novas mudanças a serem realizadas.

REFERÊNCIAS

- ABIPLA. **Anuário 2018**. 13ª Edição. São Paulo, SP: BB Editora, 2018. Disponível em: http://www.abipla.org.br/Admin/Files/Uploads/1/2018-09-21/LV_ABIPLA_CL.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019.
- ACEVEDO, Joan Sebastian Garcia; NIÑO, Luisa Fernanda Montoya. **Evaluación de la incorporación de enzimas proteasas en un detergente líquido para la remoción de manchas de sangre, aplicando la metodología de diseño de productos químicos**. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías, Bogotá: 2017.
- AVISITE. **Produção Animal: avicultura**. Enzima e sustentabilidade. Ed. Mundo Agro, nº 93 - ano VIII, jun. 2015. Disponível em: https://www.avisite.com.br/revista/pdfs/revista_edicao93.pdf. Acesso em: 16 mar. 2019.
- BASF. **Produtos de limpeza doméstica mais sustentáveis**. São Paulo, SP: 2017. Disponível em: https://www.basf.com/br/pt/media/quimica_dia_a_dia/produtos-de-limpeza-domestica-mais-sustentaveis.html. Acesso em: 19 abr. 2019.
- BATISTA, Paula. **Como um lava-roupas enzimático atua nos tecidos?** BioBlog, 14 jun. 2017a. Disponível em: <http://www.bioblog.com.br/como-um-lava-roupas-enzimatico-atua-nos-tecidos/>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- BATISTA, Paula. **Enzimas em detergentes: saiba como elas funcionam**. Bioblog, 1 jun. 2017b. Disponível em: <http://www.bioblog.com.br/enzimas-em-detergentes-saiba-como-elas-funcionam/>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- BRICEÑO, Katherine. **8 Factores que afectan la actividad enzimática**. Life der. [2016?]. Disponível em: <https://www.lifeder.com/factores-actividad-enzimatica/>. Acesso em: 23 maio 2019.
- CAETANO, Marcela. **Economia aquecida estimulará vendas de produtos de limpeza**. São Paulo: DCI, Diário, Comércio, Indústria & Serviços, 9 abr. 2018. Disponível em: <https://www.dci.com.br/impreso/economia-aquecida-estimulara-vendas-de-produtos-de-limpeza-1.697443>. Acesso em: 19 abr.2019.
- CNX. **Enzymes**. Open Stax CNX. Biology. [2019]. Disponível em: https://cnx.org/contents/GFy_h8cu@9.85:MnC6GuJi@7/Enzymes. Acesso em: 23 maio 2019.
- COELHO, Maria Alice Zarur; SALGADO, Andrea Medeiros; RIBEIRO, Bernardo Dias. **Tecnologia Enzimática**. Rio de Janeiro: FAPERJ; Petrópolis, RJ: EPUB, 2008.
- DALTIN, Decio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. São Paulo, SP: Blucher editora, 2011.
- DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

FELICONIO, Ana Elisa. **Produtos de limpeza**. Parte I. Sítio do Moinho, 2019. Disponível em: <https://sitiodomoinho.com.br/blog-do-sitio/sobre-organicos/13-produtos-de-limpeza-parte-i>. Acesso em: 18 abr. 2019.

FLAITT, Lilian. **O que é inovação?** Portal dos administradores, 22 jun. 2017. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/o-que-e-inovacao>. Acesso em: 23 mar. 2019.

FOGAÇA, Jennifer. **A história dos sabões e detergentes**. PIBID Química, 9 maio 2013. Disponível em: <http://pibidquimica2011.blogspot.com/2013/05/a-historia-dos-saboes-e-detergentes.html>. Acesso em: 23 mar. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999, 206 p.

H&C. **Abipla divulga resultados sobre setor de higiene e limpeza no Brasil**. Household & Cosméticos, 19 set. 2018. Disponível em: <https://www.revistahec.com.br/materias/noticias/5562/19-09-2018/abipla-divulga-resultados-sobre-setor-de-higiene-e-limpeza-no-brasil>. Acesso em: 19 abr. 2019.

H&C. **Com gasto menor com domésticas, produtos de limpeza com mais propriedades se destacam**. Household & Cosméticos, 29 jan. 2019a. Disponível em: <https://revistahec.com.br/materias/noticias/5943/29-01-2019/com-gasto-menor-com-domesticas-produtos-de-limpeza-com-mais-propriedades-se-destacam>. Acesso em: 16 abr. de 2019.

H&C. **Consumo de produtos de higiene e beleza segue aquecido no Brasil**. Household & Cosméticos, 9 de abr. 2019b. Disponível em: <https://revistahec.com.br/materias/notas-de-mercado/6199/09-04-2019/consumo-de-produtos-de-higiene-e-beleza-segue-aquecido-no-brasil>. Acesso em: 16 abr. 2019.

H&C. **Mercado de Produtos de Limpeza**. HouseHold & Cosméticos, 2019c. Disponível em: <https://www.householdexpo.com.br/Mercado-de-Produtos-de-Limpeza.asp>. Acesso em: 28 mar. 2019.

INFINITY PHARMA. **Protease**. Enzima. 2019. Disponível em: <https://infinitypharma.com.br/uploads/insumos/pdf/p/protease.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

INGENIERÍA QUÍMICA. **El papel de las enzimas en los detergentes**. 5 nov. 2012. Disponível em: <http://www.ingenieriaquimica.net/articulos/299-el-papel-de-las-enzimas-en-los-detergentes>. Acesso em: 22 maio 2019.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

POLYORGANIC. **Aprenda como formular um detergente enzimático**. Campinas, SP: 2019. Disponível em: <https://polyorganic.com.br/aprenda-como-formular-um-detergente-enzimatico/>. Acesso em: 16 abr. 2019.

POLYORGANIC. **Enzimas - Linha Polyenz**. Campinas, SP: 2014. Disponível em: <https://polyorganic.com.br/enzimas-linha-polyenz/>. Acesso em: 18 abr. 2019.

QUIMISA. **Relatório técnico de análises realizadas em outubro de 2019**. São Paulo: Quimisa (online). 2019.

RAE. Real Academia Española. **Innovación**. Diccionario de la lengua española, 2019. Disponível em: <https://dle.rae.es/index.html>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SANTOS, Djalma. **Testes sobre enzimas**. Blog do prof. Djalma Santos. Educação, Biologia e afins. 2 set. 2011. Disponível em: <https://djalmasantos.wordpress.com/2011/09/02/testes-sobre-enzimas-34/>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SALAGER, Jean-Louis. Cuaderno FIRP S332-A. **Detergentes: Componentes, fabricación, fórmulas**. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Química. Versión 1.1988. p 14. Disponível em: https://es.firp-ula.org/wp-content/uploads/2019/06/S332A_Detergentes.pdf. Acesso em: 17 de setembro de 2019.

SALAGER, J.L. **Obra**. In: ALMAJER, Deisi. **Formulaciones Detergentes Biodegradables**. Tesis Doctoral. Granada. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Departamento de Ingeniería Química. 2004, p. 22.

SEBRAE. **O mercado brasileiro de produtos de limpeza**. Sebrae, [2014?]. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/o-mercado-brasileiro-de-produtos-de-limpeza/>. Acesso em: 19 mar. 2019.

SEBRAE. **Sustentabilidade: a prática que só gera vantagens**. Sebrae Nacional, 14 mar. 2019. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/praticas-sustentaveis-viram-vantagens-para-empresas-e-meio-ambiente,5adaa7deccc0c510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SÓ BIOLOGIA. Fatores que afetam a atividade das enzimas. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2019. Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica12.php. Acesso em: 23 maio 2019.

SOUZA, Raíssa de. **Quimisa apresenta a biotecnologia para obter o máximo do lavaroupa líquido**. São Paulo, SP: Química, Editora QD Ltda, 4 set. 2017. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/quimisa-apresenta-biotecnologia-para-obter-o-maximo-do-lavaroupa-liquido/>. Acesso em: 19 abr. 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXOS

ANEXO A – Título do Anexo A

Texto.

ANEXO B – Título do Anexo B

Texto.

APÊNDICES

APÊNDICE – Título do Apêndice A

APÊNDICE – Título do Apêndice B