



Análise e Desenvolvimento de Produtos de Lavagem Automóvel a Seco

ANA SALOMÉ NUNES DA MOTA

Outubro de 2020



Análise e Desenvolvimento de Produtos de Lavagem Automóvel a Seco

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química, ramo opcional Energia e Biorrefinaria

Ana Salomé Nunes da Mota

CIETI, Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial

EcoCarWash

Dr^a. Paula Cristina Silva

Dr^a. Maria Madalena Freitas

Outubro de 2020

Agradecimentos

Agradeço à *EcoCarWash* pela oportunidade e pela confiança depositada em mim para a realização deste estudo em especial ao Engenheiro Rui Sancho.

Às Professoras Doutoradas Paula Cristina Silva e Maria Madalena Freitas, um obrigada especial pela sua orientação e total apoio. Sempre disponíveis para me ajudar a resolver todos os problemas e dúvidas.

Deixo um agradecimento muito especial a todos os colaboradores do CIETI em especial à Engenheira Ângela Queirós e à Engenheira Vânia Silva que para além de se mostrarem sempre disponíveis a me ajudar com os ensaios experimentais sempre foram um ombro amigo.

Obrigada a todos os docentes do Instituto Superior de Engenharia do Porto que fizeram parte do meu percurso em especial aos do departamento de Engenharia Química e à Dr^a Ana Rebelo.

Agradeço à *Bioport* e a todos os meus colegas de trabalho sempre prestáveis, em especial ao Engenheiro Joaquim Coelho. Um obrigada por todas as folgas ou alteração de horário para que a realização desta dissertação.

Agradeço a todas as empresas que se mostraram disponíveis em ajudar como o *LaborSpirit* e à *SPD* na disponibilização de cotações e à *Socotâmega* no fornecimento da porção da carroçaria.

Dirijo um agradecimento especial a toda a minha família em especial à minha mãe e ao meu irmão. Por serem o meu ponto seguro e foco de força. Pelo incentivo e amor incondicional.

Ao meu namorado, deixo um obrigada especial pela motivação diária e carinho.

À minha *Kika* e à minha Dora por serem as melhores companheiras na escrita desta dissertação.

A ti, Sérgio, agradeço por me teres depositado tanta pretensão em alcançar todos os meus sonhos. Por me teres ensinado a nunca baixar os braços. A ti sou eternamente grata.

Sumário

A lavagem automóvel tradicional tem um gasto de cerca 150 a 200 litros de água. Como a escassez deste recurso natural é evidente, torna-se essencial a sua poupança nas atividades quotidianas. Assim, a *EcoCarWash* propôs o desenvolvimento de um produto sustentável capaz de eliminar a sujidade dos carros com baixo consumo de água. Isto apenas é possível com a utilização de detergente adequado para a lavagem automóvel a seco.

O produto mais utilizado pela *EcoCarWash* é composto principalmente por álcool isopropílico e D-limoneno. Estes compostos têm, respetivamente, a função de solvente e desengordurante com poder aromatizante.

Tendo em conta os detergentes utilizados pela empresa e as conclusões retiradas do estudo das patentes publicadas sobre detergentes para a lavagem automóvel a seco, formularam-se quatro composições distintas. A melhor formulação alcançada é composta por 25% de propanol; 25% de álcool isopropílico; 10% de D-limoneno; 0,5% de EDTA; 4% de lauril sulfato de sódio; 10% de trietanolamina e 25,5% de água.

A *EcoCarWash* pretende produzir o detergente junto dos pontos de utilização, de forma a minimizar custos e reduzir problemas associados a transporte e stocks. As alternativas seriam as seguintes: a empresa adquirir as matérias primas para a formulação do detergente e os equipamentos necessários à sua produção ou, então, subcontratar outra empresa com capacidade de produzir a mistura pretendida. Os custos atuais com a importação do detergente são de 5 820,54 €/ano. No entanto, com as opções supracitadas, obteve-se, respetivamente, um aumento dos custos de 42% e 45%. Estes custos são de 8 278,33 €/ano, admitindo que a *EcoCarWash* produz o detergente de forma independente e 8 455,11€/ano quando subcontrata uma empresa. Assim, a situação económica mais vantajosa é a atual, na qual há importação do detergente concentrado.

Palavras Chave: Lavagem a seco, Detergente, Automóvel, Ecológico.

Abstract

Traditional car washing wastes about 150 to 200 liters of water. As the scarcity of this natural resource is evident, saving this natural resource daily is essential. Thus, an *EcoCarWash* proposed the development of a sustainable product able to eliminate dirt from cars with low water consumption. This is only possible with use of detergent suitable for dry car washing.

The product most used by *EcoCarWash* is mainly composed of isopropyl alcohol and D-limonene. These compounds have, the function of solvent and degreaser with flavoring power, respectively.

Taking account, the detergents used by the company and the conclusions taken from published patents, developed on detergents for dry car washing, four diferente compositions were formulated. The best formulation achieved is composed of 25% propanol; 25% isopropyl alcohol; 10% D-limonene; 0.5% EDTA; 4% sodium lauryl sulfate; 10% triethanolamine and 25.5% water.

EcoCarWash intends to produce the detergent close to the points of use, to minimize costs and to reduce problems associated with transport and stocks. The alternatives would be the following: the company acquires raw materials for the formulation of the detergent and the equipment necessary for its production or it subcontracts another company with the capacity to produce the desired mixture. The current costs of importing the detergent are € 5,820.54 per year. However, with the above options, there was a 42% and 45% increase in costs, respectively. These costs are € 8,278.33 per year, if *EcoCarWash* produces the detergent independently and € 8,455.11 per year when it subcontracts a company. Thus, the most advantageous economic situation is the current one, in which concentrated detergent is imported.

Keywords: Dry cleaning, Detergent, Car, Ecological

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	A <i>EcoCarWash</i>	1
1.3	Definição do Problema e Contextualização	2
1.4	Organização do Relatório	5
2.	Estado da Arte e contexto	7
2.1	Detergentes	7
2.1.1	Tensoativos.....	7
2.1.2	Ceras.....	12
2.2	Estudos desenvolvidos para a lavagem a seco.....	14
2.3	Detergentes utilizados para limpeza da carroçaria pela <i>EcoCarWash</i>	20
2.3.1	Diamond NET e Diamond TROPICAL	20
2.3.2	Diamond ULTIMATE	23
2.3.3	Diamond CAR	23
2.3.4	Diamond ENGINE	24
3.	Caracterização físico-química dos detergentes utilizados pela <i>EcoCarWash</i>	31
3.1	Caracterização Sensorial	31
3.2	pH e densidade.....	32
3.3	Espetros de absorção no infravermelho	33
4.	Desenvolvimento do Produto	39
4.1	Comparação dos produtos utilizados pela <i>EcoCarWash</i> com os apresentados nas patentes.....	39
4.2	Formulação de um novo detergente	40

4.3 Produção experimental, caracterização e teste de aplicação do novo detergente.....	42
4.3.1 Produção experimental do detergente formulado	42
4.3.2 Caracterização físico-química dos detergentes formulados.....	48
4.3.3 Teste de Aplicação dos detergentes formulados	51
4.4 Análise Económica	53
4.4.1 Custos atuais	53
4.4.2 Produção do detergente pela EcoCarWash.....	55
4.4.3 Produção do detergente subcontratando uma entidade externa .	57
4.4.4 Comparação das diferentes hipóteses para a produção do detergente	57
5. Conclusões	59
Referências Bibliográficas.....	63
Anexos	71
A. Anexo A: Lista de Produtos.....	71
B. Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela <i>EcoCarWash</i>	73
B.1 Diamond® NET	73
B.2 Diamond® TROPICAL.....	79
B.3 Diamond® ULTIMATE.....	86
B.4 Diamond® CAR.....	93
B.5 Diamond® ENGINE	101
C. Anexo C: Caracterização físico-química dos detergentes utilizados pela <i>EcoCarWash</i>	109
D. Anexo D: Produção do novo detergente	113
D.1 Cálculos relativos à produção do detergente	113
D.2 Caracterização físico-química dos detergentes formulados.....	117
E. Anexo E: Custos e dimensionamento	121

E.1 Custos atuais da <i>EcoCarWash</i>	121
E.2 Custos admitindo que a EcoCarWash assume a produção do produto concentrado	122
E.3 Custos admitindo que a EcoCarWash contrata uma outra empresa para a produção do detergente	130
E.3.1 Produção no CIETI	130



Índice de Figuras

Figura 2-1 Representação esquemática de uma molécula dum tensoativo onde se pode verificar a sua parte polar a apolar	8
Figura 2-2 Ângulo de contacto entre um líquido e uma superfície sólida.....	9
Figura 2-4 Estrutura molecular do D-Limoneno	21
Figura 2-5 Estrutura molecular do álcool isopropílico	22
Figura 2-6 Estrutura molecular do isotridecanol etoxilado	25
Figura 2-7 Estrutura molecular do EDTA	27
Figura 2-8 Estrutura molecular da trietanolamina	27
Figura 3-1 Imagem fotográfica dos detergentes diluídos usados pela <i>EcoCarWash</i> : (a) <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> e (b) detergente <i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i>	31
Figura 3-2 Espectro de IV do detergente <i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i>	34
Figura 3-3 Espectro de IV do detergente <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i>	34
Figura 3-4 Sobreposição dos Espectro de IV do detergente <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> e <i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i> com o espectro de absorção de IV da água.	35
Figura 3-5 Comparação do detergente <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> com a sua diluição 10x.	36
Figura 4-1 Estrutura molecular do lauril sulfato de sódio	42
Figura 4-2 Má solubilização da cera de abelha na mistura álcool isopropílico – propanol.	44
Figura 4-3 Aspeto da mistura 1:5 cera de abelha – D-limoneno após adição dos restantes componentes do detergente.	44
Figura 4-4 Separação de fases após a adição de óleo de silicone à mistura base	45
Figura 4-5 Imagem dos detergentes para lavagem automóvel a seco produzidos: (a) Composição A, (b) Composição B, (c) Composição C e (d) Composição D.....	47
Figura 4-6 Imagem dos detergentes diluídos prontos para serem usados na lavagem automóvel a seco produzidos: (1) Composição A, (2) Composição B, (3) Composição C e (4) Composição D.	47
Figura 4-7 Espectros de absorção IV dos detergentes concentrados para lavagem a seco produzidos.....	49

Figura 4-8 Espectros de absorção IV dos detergentes diluídos para lavagem a seco produzidos.	51
Figura 4-9 Porção da carroçaria de um veículo antes da lavagem com os detergentes utilizados pela <i>EcoCarWash</i> e com os detergentes formulados: (1) <i>Diamond® TROPICAL</i> , (2) <i>Diamond® NET</i> , (3) Formulação A, (4) Formulação B, (5) Formulação C e (6) Formulação D.....	51
Figura 4-10 Porção da carroçaria de um veículo depois da lavagem com os detergentes utilizados pela <i>EcoCarWash</i> e com os detergentes formulados: (1) <i>Diamond® TROPICAL</i> , (2) <i>Diamond® NET</i> , (3) Formulação A, (4) Formulação B, (5) Formulação C e (6) Formulação D.....	52
Figura 4-11 Pano de microfibras após a limpeza da porção da carroçaria utilizada para os testes.....	52

Índice de Tabelas

Tabela 2-1 Composição, função e propriedades dos produtos <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> e <i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i>	21
Tabela 2-2 Propriedades físico-químicas do álcool isopropílico.....	23
Tabela 2-3 Composição, função e propriedades do produto <i>Diamond</i> [®] <i>CAR</i> (FP representa <i>Flash Point</i> , P ^v representa pressão de vapor e μ representa viscosidade).	24
Tabela 2-4 Composição, função e propriedades do produto <i>Diamond</i> [®] <i>Engine</i>	25
Tabela 2-5 Propriedades físico-químicas do isotridecanol etoxilado.....	26
Tabela 2-6 Propriedades físico-química do EDTA	26
Tabela 2-7 Propriedades físico-químicas da trietanolamina	28
Tabela 2-8 Propriedades físico-químicas do hidróxido de sódio	28
Tabela 3-1 Valores de densidade e pH obtidos experimentalmente para os detergentes diluídos <i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i> e <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> em estudo.....	32
Tabela 3-2 Valores de densidade e pH obtidos experimentalmente para o detergente concentrado <i>Diamond</i> [®] <i>NET</i> e a sua diluição pronta para utilização.	33
Tabela 4-1 Formulações para o detergente de lavagem a seco para limpeza automóvel em estudo.	43
Tabela 4-2 Formulações finais para o detergente de lavagem a seco para limpeza automóvel em estudo.....	46
Tabela 4-3 Valores de pH e de massa volúmica obtidos para os detergentes formulados concentrados e diluídos. F. representa as formulações e ρ representa a massa volúmica em g/cm ³	48
Tabela 4-4 Gastos atuais por ano da <i>EcoCarWash</i>	53
Tabela 4-5 Custos admitindo que a <i>EcoCarWash</i> assume a produção do detergente.	55
Tabela 4-6 Plano de Investimento, em €/ano para 5 anos considerando que a <i>EcoCarWash</i> assume a produção do detergente.....	56
Tabela 4-7 Custos admitindo que a <i>EcoCarWash</i> subcontrata uma entidade para produção do detergente.	57

Tabela 4-8 Comparação das diferentes situações para a produção do
detergente para lavagem a seco de automóveis em estudo 58

Nomenclatura

Abreviaturas

CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
CIETI	Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial
F.	Formulações
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
IV	Radiação Infravermelha
PDSI	Índice Meteorológico
ONU	Organização das Nações Unidas
SLS	Lauril Sulfato de Sódio
SPD	Sociedade Portuguesa de Drogas
TEA	Trietanolamina
<i>UN-WATER</i>	<i>United Nations Water</i>

Símbolos

d	Densidade	
FP	<i>Flash Point</i>	°C
m	<i>massa</i>	kg
MM	Massa Molecular	kg/kmol
ρ	Massa Volúmica	kg/L
PE	Ponto de Ebulição	°C
P ^v	Pressão de Vapor	kPa

T	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
σ	Tensão Superficial	N/m^2
μ	Viscosidade dinâmica	mm^2/s
V	Volume	L
x	Fração mássica	

1. Introdução

1.1 Enquadramento

A água potável é um recurso natural não renovável que está a escassear devido ao seu mau uso e contaminação. Este problema tem-se tornado cada vez mais evidente e torna-se imperativo uma ação para poupar este recurso e, consequentemente, diminuir o impacto ambiental que daí advém.

Estando consciente da falta deste recurso e sabendo que há um gasto de 150 a 200 litros de água por cada lavagem de um automóvel, é essencial que se desenvolvam produtos 100% ecológicos, com um diminuto gasto de água e que sejam capazes de remover a sujidade de superfície da carroçaria de um automóvel sem riscar e garantindo a proteção da sua pintura.

Assim, foi proposto pela empresa *EcoCarWash*, em parceria com o CIETI (Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial) o desenvolvimento de um produto sustentável e que fosse capaz de retirar sujidade dos carros com baixo consumo de água. Esta premissa constitui objetivo principal desta dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química, ramo opcional em Energia e Biorrefinaria.

1.2 A *EcoCarWash*

A *EcoCarWash* é uma empresa que se dedica a lavagem automóvel de uma forma inovadora pois permite lavar, limpar, aspirar e higienizar veículos através de produtos ecológicos com um gasto de água quase nulo [1].

A *EcoCarWash* para além de comercializar produtos de limpeza para veículos, totalmente biodegradáveis, faz serviços de limpeza a automóveis em postos espalhados por todo o país e, também, faz entregas ao domicílio [1].

A *EcoCarWash* procura afirmar-se em Portugal, tendo como objetivo chegar ao maior número possível de clientes e, ainda, pretende apresentar-se como marca de eleição e uma referência na qualidade dos serviços que presta. A empresa tem sempre em conta a escassez dos recursos naturais e procurando



oferecer soluções sustentáveis tanto para o meio ambiente como para os clientes. Tendo sempre como objetivo a implementação de um sistema inovador de lavagem sem água, a *EcoCarWash* está consistindo da escassez dos recursos naturais e assim propõem alternativas viáveis com benefícios para os clientes e o meio ambiente [1].

Os produtos usados pela *EcoCarWash* para limpeza de veículos sem água cumprem os critérios de biodegradabilidade estabelecidos pelo Regulamento (CE) n.º 648/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 31 de março de 2004 relativo aos detergentes [1].

Atualmente, os produtos comercializados *on-line* e utilizados nos postos de lavagem automóvel são importados pela *EcoCarWash*, o que acarreta elevados gastos para a empresa. No sentido de minimizar custos e problemas com transporte e *stocks* pensa-se em desenvolver os produtos próximo dos pontos de utilização sendo este o principal motivo para o desenvolvimento desta dissertação.

1.3 Definição do Problema

A gestão de recursos hídricos afeta quase todos os aspetos da economia, em particular saúde, produção alimentar e o ambiente. Segundo a *UN-Water*¹, a gestão de recursos hídricos é de tal importância que, se não for efetuada adequadamente, “o progresso em direção a metas de redução da pobreza e desenvolvimento sustentável em todas as suas dimensões económicas, sociais e ambientais será comprometido” [2].

Assim, a água é um fator vital para todos os seres vivos e não é surpresa que este recurso está cada vez mais contaminado, o que conseqüentemente leva à escassez de água potável. Vários estudos sugerem que o número de países que irão ter escassez de água em 2025 aumentará drasticamente, pois de acordo com a ONU o consumo de água irá aumentar devido ao aumento da população mundial de 7 bilhões para 9 bilhões até 2050, levando a um aumento

¹ *UN-Water – United Nations Water*



de 60% na quantidade de alimentos necessários globalmente e, consequentemente, um aumento de 19% de gasto de água na agricultura [3].

Espera-se que os problemas associados a este recurso irão tornar-se mais graves no futuro, o que poderá pôr em causa o desenvolvimento sustentável do planeta [3].

A falta de água tem sido um problema a nível mundial e em Portugal a situação não é diferente.

A 27 de dezembro de 2019 o jornal Sábado publica referente a 31 de outubro desse ano dados que mais de 87% do território continental estava em situação de seca meteorológica e a Quercus² destaca negativamente a questão da seca e alterações climáticas, pois “é importante não desvalorizar a gravidade da situação” [4].

De acordo com índice meteorológico de seca (PDSI) disponível no *website* do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), no final de outubro de 2019 houve um desagravamento da situação de seca meteorológica nas regiões do Norte e Centro, mas na região Sul mantinha-se em situação de seca meteorológica. O relatório, publicado a 31 de outubro de 2019, indica que 33,5% do continente estava em seca moderada, 31,9% em seca severa, 17,5% seca fraca, 6,8% normal, 6% em chuva fraca e 4,3% em seca extrema [5].

No Correio da Manhã foi publicado, a 4 de janeiro de 2020, que as fortes chuvadas de dezembro, provocadas pela passagem das tempestades ‘Elsa’ e ‘Fabien’, fizeram subir muito o nível da água armazenada nas barragens, mas não chegaram para travar a situação de seca no Sul do País. “As chuvas foram mais concentradas no Norte e no Centro, o que é compatível com o cenário previsto devido às alterações climáticas. É um problema que o País vai ter de enfrentar”, disse ao Correio da Manhã, Rodrigo Oliveira, professor do Instituto Superior Técnico. De acordo com o especialista em recursos hídricos, para minorar o problema é preciso “um melhor uso da água e controlo do desperdício”, sendo ainda necessário “equacionar novas infraestruturas para

² Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza



armazenar água” [6]. Em Portugal, devido aos problemas de seca e de poluição da água, o consumo de água tem de começar a ser racionalizado.

Sabendo que há um gasto de 150 a 200L de água por lavagem [1] de um veículo e que no país há 5 059 000 automóveis ligeiros³, considerando que cada automóvel tem uma limpeza de duas em duas semanas são gastos por ano $2,63 \times 10^{10} L$ que poderão ser economizados. Esta poupança pode ser realizada recorrendo a uma lavagem seco do automóvel. Este tipo de lavagem é executado com detergentes que permitem a remoção de todas as manchas de sujidade e gorduras sem a necessidade de enxaguar.

Com este tipo de lavagem, há uma redução do gasto de água de 150L para 150mL por lavagem (valor médio que depende do tipo de carro e do grau de sujidade) [1]. Consequentemente, torna-se imperativo o desenvolvimento de um tipo de lavagem automóvel onde haja um gasto de água praticamente nulo.

Para realizar uma lavagem a seco basta borrifar a superfície do carro com o detergente e limpá-lo com um pano de microfibras e assim toda a sujidade ou mancha na superfície da carroçaria será removida. É essencial usar um pano de microfibra, devido à sua alta absorção e maciez, o que ajuda a recolher as partículas de sujidade [7].

Funciona, idealmente, para carros que não possuem lama seca e/ou espessa. Este tipo de lavagem é recomendado apenas para carros com uma sujidade baixa. Caso exista a presença de lama ou elevada sujidade deve-se proceder a uma pré-lavagem apenas utilizando água [7].

Assim, além de reduzir o impacto ambiental direto, também se torna possível diminuir o impacto ambiental do processamento da água de lavagem, diminuindo assim a pegada ecológica pela redução da quantidade gasta no processo de lavagem e evitando, também, descargas de poluentes do processo. A lavagem a seco pode ser feita em qualquer lugar [1]. Para além disso, apresenta outras vantagens como:

- ✓ **Comodidade:** sistema de fácil aplicação, não necessita de máquinas para a lavagem;

³ Dados avançados pela PORDATA referentes a 2017.

- ✓ **Mobilidade:** a limpeza pode ser realizada em qualquer local, economizando tempo e custos;
- ✓ **Sem uso de água:** poupança enorme no consumo de água;
- ✓ **Eficácia:** limpa, dá brilho e protege a superfície tratada no mesmo processo;
- ✓ **Durabilidade:** o produto aumenta a durabilidade da lavagem e diminui a frequência da necessidade de lavagem;
- ✓ **Proteção contra agentes externos** como raios ultravioleta, chuva e o pó;
- ✓ **Genérico:** pode, também, ser usado em outros veículos, tais como, motos, bicicletas, barcos, caravanas, aeronaves e outras superfícies idênticas;
- ✓ **Qualidade:** mantém a integridade dos materiais [1].

Os produtos de lavagem de carros sem água normalmente têm propriedades muito específicas [8], tais como:

- ✓ **não deixam marcas e secam muito rapidamente:** qualquer líquido, incluindo água, que permaneça na superfície do carro por muito tempo, causa marcas e resíduos particularmente visíveis na carroceria preta;
- ✓ **contêm ceras emulsionadas** que permitem obter um efeito de polimento e proteção, para além de limpar a superfície;
- ✓ **contém surfactantes biodegradáveis:** que garantem a máxima compatibilidade ambiental quando se pretende eliminar os resíduos do produto que permanecerão no pano;
- ✓ **são constituídos essencialmente por água:** a ausência de abrasivos e a presença mínima de solventes garantem a máxima segurança em qualquer tipo de superfície plástica e metálica [8].

1.4 Organização do Relatório

No capítulo 1, encontra-se uma descrição detalhada do objetivo desta dissertação, assim como o enquadramento do problema. Encontra-se, ainda,

uma breve descrição da *EcoCarWash*, empresa que propôs a realização deste trabalho de investigação.

Seguidamente, no capítulo 2 encontra-se o estado da arte e uma breve introdução sobre detergentes. É, ainda, explicada a função dos tensoativos como componente essencial na composição de produtos de limpeza automóvel.

No capítulo 2 são, ainda, apresentadas as funções das ceras nos detergentes utilizados para lavagem a seco em automóveis. Por fim, apresentam-se algumas patentes que descrevem estudos já desenvolvidos sobre este tipo de produtos.

No capítulo 3 apresentam-se resultados da caracterização dos produtos mais utilizados pela *EcoCarWash*, do ponto de vista sensorial e físico-químico.

No capítulo 4 apresenta-se o desenvolvimento do produto, onde se inclui a comparação entre os produtos utilizados pela *EcoCarWash* e os detergentes referenciados nas patentes, De seguida, é apresentada uma proposta de formulação de um produto para lavagem a seco da carroçaria de automóveis

No capítulo 4, também serão discutidos os estudos relativos à formulação e produção do detergente para a lavagem a seco, assim como dimensionamento e custos associados.

As conclusões retiradas desta dissertação encontram-se no capítulo 5.



2. Estado da Arte e Contexto

2.1 Detergentes

Em 1920, as máquinas de lavar roupa ainda funcionavam com flocos de sabão, o que trazia vários problemas como a baixa eficiência na lavagem. Os detergentes têm sido objeto de aperfeiçoamentos constantes, visando uma melhor eficácia e eficiência da lavagem, uma maior proteção das superfícies a limpar e um menor impacto ambiental [9].

Detergentes sintéticos foram desenvolvidos durante a Primeira Guerra Mundial, a partir do petróleo para suprir a falta de óleos animais e vegetais, muito utilizados para a produção de sabão [10]. Nos Estados Unidos, o primeiro detergente líquido para lavar louça foi produzido na década de 1930, enquanto na Europa o primeiro detergente foi fabricado em 1942 [11].

2.1.1 *Tensoativos*

Os detergentes são substâncias químicas formadas por uma mistura de compostos orgânicos capazes de emulsionar óleos e manter a sujidade em suspensão, aos quais se dá o nome de tensoativo ou surfactante. Os tensoativos são produzidos a partir de diversos produtos provenientes da petroquímica e da oleoquímica (derivados de lipídios). São capazes de diminuir a tensão superficial da água possibilitando a interação com a superfície a limpar [10].

Tal como se referiu anteriormente, os tensoativos apresentam afinidade por óleos e, também, pela água. Estas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores destas duas fases imiscíveis (óleo e água), formando emulsões, espumas, suspensões, microemulsões ou levando à formação de filmes [12]. Para representar esse tipo de molécula, usa-se tradicionalmente a representação de uma barra (que representa a parte apolar da molécula solúvel em hidrocarbonetos, óleos e gorduras) e um círculo (que



representa a sua parte polar, solúvel em água), como representado na Figura 2-1.

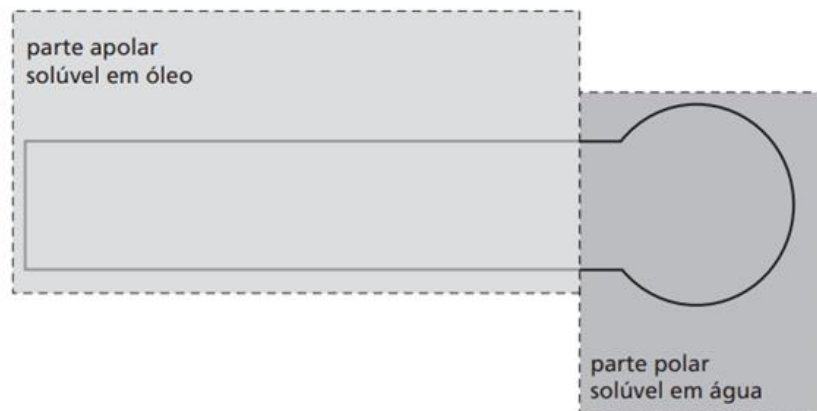


Figura 2-1 Representação esquemática de uma molécula dum tensoativo onde se pode verificar a sua parte polar a apolar [12].

De forma a melhorar a lavagem, deve-se melhorar a molhabilidade das superfícies e para isso é necessário reduzir a tensão superficial do detergente para que este “molhe” as superfícies de maneira mais uniforme e eficaz e é essa a função de um tensoativo [9].

Para que se entenda a função dos tensoativos na composição de um detergente torna-se essencial definir o que é a tensão superficial. A tensão superficial, representada por σ , é a força que existe na superfície dos líquidos, ou seja, é uma força causada por forças de atração que existem no líquido e que atuam na superfície de contacto ao longo de qualquer linha dessa superfície [13].

A tensão superficial resulta do desequilíbrio das forças intermoleculares, as quais dependem das diferenças elétricas, estabelecidas pelas moléculas na superfície do líquido. É, assim, a diferença de coesão entre os materiais, ou seja, é a capacidade de uma da substância de se envolver com outra. É uma propriedade física do fluído, que depende da temperatura e do outro fluído na interface [13].

Os tensoativos baixam a tensão superficial melhorando a molhabilidade da superfície pela água e a forma como esta se espalha e se infiltra. De modo eficiente, na superfície a limpar. Deste modo, define-se molhabilidade como a

capacidade que um líquido tem de se espalhar e molhar uma superfície sólida em contacto [10].

Compostos com elevada tensão superficial tendem a formar gotas esféricas sobre uma superfície e conseqüentemente levam à sua má molhabilidade. Quando a tensão superficial é menor, o líquido espalha-se mais facilmente sobre a superfície adquirindo um formato tipo lente. Esta lente apresenta um determinado tipo de ângulo de contato com a superfície sólida que depende diretamente da tensão superficial tal como se pode verificar na Figura 2-2 [12].

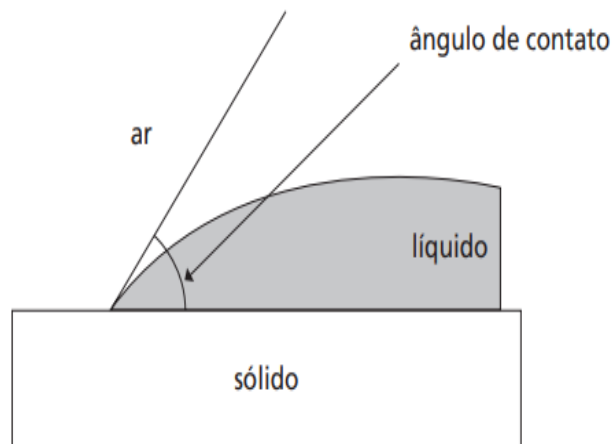


Figura 2-2 Ângulo de contacto entre um líquido e uma superfície sólida [12].

A molhabilidade da superfície é avaliada pelo ângulo de contacto do líquido com a superfície. O ângulo de contacto é função das forças de coesão, que atuam no interior da fase líquida e de adesão que atuam entre as superfícies em contacto. A superfície sólida só estará completamente molhada pelo líquido se o ângulo de contato for zero [12].

Por exemplo: o álcool etílico apresenta tensão superficial muito menor que a da água, tendo menos tendência para formação de gotas sobre a superfície do vidro que a água. É por isto que muitas pessoas limpam vidros utilizando papel embebido em álcool. Como a formação de gotas é diminuta, existe menor formação de manchas nos vidros após a secagem [12].

Tal como foi referido anteriormente, o surfactante ou tensoativo é constituído por uma parte polar e uma parte apolar. A parte polar liga-se à água e a parte apolar associa-se à sujidade [10].



A parte apolar do tensoativo tem, normalmente, origem numa cadeia carbónica linear ou ramificada pois os carbonos deste tipo de cadeias apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogénio não formam polos de concentração de carga e conseqüentemente não há formação de um polo.

A parte polar é responsável pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas negativas e positivas apresentam atração eletrostática pelas moléculas da água que têm carga positiva e negativa devido à presença de oxigénio e hidrogénio [12].

Os tensoativos podem ser aniónicos, catiónicos, anfóteros ou não iónicos e podem ser aplicados em vários produtos como cosméticos e detergentes. Esta classificação é feita de acordo com a natureza do grupo hidrofílico [14].

Os **tensoativos aniónicos** possuem uma parte hidrofílica aniónica que pode ser constituída por um ou mais grupos funcionais que se ionizam quando se solubilizam em água e conferem à molécula carga negativa. Estes grupos funcionais podem ser: carboxílicos, sulfatos, sulfonatos e fosfatos [14].

Os **tensoativos catiónicos** apresentam regiões hidrofílicas com cargas positivas e porções hidrofóbicas e são, geralmente, compostos por grupos amina. São compostos solúveis em água quando apresentam apenas uma cadeia carbónica longa. Normalmente, são estáveis face a variações de pH [14].

Um tensoativo aniónico ou catiónico só é solúvel em água quando apresenta cargas verdadeiras, isto é, quando as cargas são originárias da dissociação de um sal com intensidade suficiente para se equiparar às forças de dipolo forte entre as moléculas de água. A solubilidade em água depende da substituição das forças de dipolo forte entre moléculas de água por novas forças de dipolo formadas entre as moléculas da água e o ião formado pela dissociação do tensoativo [12].

Os **tensoativos anfotéricos** apresentam um grupo polar tanto com cargas negativas como com cargas positivas que dependendo do valor de pH ou de acidez da água podem ser considerados aniónicos, catiónicos ou não-iónicos. Isto é: em soluções ácidas, as moléculas deste tipo de tensoativos adquirem uma carga positiva comportando-se como tensoativos catiónicos. No entanto,



se estiverem em meio básico, tornam-se carregadas negativamente e comportam-se como aniões. Podem ser considerados não-iônicos para determinado valor de pH onde ambos os grupos iônicos estão igualmente ionizados [12].

Os **tensoativos não iônicos** são eletricamente neutros e não se ionizam pois apresentam cargas dispersas pela cadeia polimérica, o que faz com que a molécula de água seja atraída de forma muito ténue [12].

Nos tensoativos não iônicos podem-se identificar grupos hidroxilo, ésteres e grupos com ligações triplas. Os tensoativos não-iônicos geram pouca espuma e não são responsáveis por efeitos elétricos (pois são eletricamente nulos). Porém, com o aumento da temperatura podem tornar-se insolúveis [14].

Quando se aquece uma solução aquosa de um tensoativo aniônico, o aumento de energia de agitação das moléculas de água não é suficiente para superar a força de atração entre a parte polar do tensoativo e a água, mantendo-o estável e a sua solução límpida. No entanto, caso a solução aquosa seja de um tensoativo não iônico, como as forças de atração são fracas, a agitação provocada pelo aquecimento consegue vencer as forças de atração do tensoativo com as moléculas de água. Quanto mais se aquece a solução, mais moléculas de água deixam de estabilizar o tensoativo, até o ponto em que ele se torna insolúvel e precipita na forma de uma névoa ou turvação. Essa temperatura é conhecida como ponto de névoa ou turvação e é uma característica dos tensoativos não iônicos [12].

Devido à sua ampla aplicação os detergentes são lançados no meio ambiente constantemente e assim contribuem para a poluição dos rios e do solo. Os tensoativos são responsáveis pela espuma nos rios e afetam as propriedades físico-químicas dos solos. Com isso, é de grande importância investir em materiais alternativos a fim de mitigar a sua contribuição para a degradação ambiental [9].

Para além de surfactantes, os detergentes podem conter abrillantadores e substâncias químicas ativas chamadas enzimas, que ajudam a quebrar e remover sujidade mais difícil. As principais enzimas são protéases (que



quebram proteínas), lípases (que quebram gorduras) e amilases (que atacam o amido) [10].

2.1.2 Ceras

Do ponto de vista químico, as ceras são neutras e são de natureza apolar e como tal não são miscíveis com a água. Estes compostos são triglicerídeos que provêm de reação do glicerol com ácidos carboxílicos de cadeia longa [15].

A sua origem influencia a natureza de seus constituintes, como o comprimento da cadeia, o grau de insaturação e o grau de ramificação. No entanto, a cadeia alifática é, geralmente, insaturada [16]. Classifica-se a sua origem como natural se estes compostos advêm de insetos como a cera de abelha ou de origem vegetal se advêm de carnaúba. As ceras de fontes minerais e sintéticas foram desenvolvidas para substituir as ceras naturais uma vez que as naturais estão sujeitas às alterações climáticas que podem afetar gravemente a estabilidade da cadeia carbônica da cera e preço [17].

As ceras são sólidas à temperatura ambiente e ao serem submetidas a temperaturas moderadamente elevadas tornam-se líquidos poucos viscosos. Estes compostos, também, se podem deformar por aplicação de pressão sem que haja necessidade de os submeter ao calor [17]. Geralmente, a textura das ceras varia de macia e pegajosa a dura e plástica ou quebrável a 20°C. São insolúveis em água e a solubilidade em solventes orgânicos depende em grande parte da temperatura [16].

A cera utilizada há mais tempo é a cera de abelha. Ela é secretada pelas abelhas e é usada para construir os favos nos quais estes insetos armazenam o mel. A cera é colhida, remove-se o mel e o favo é fundido em água a ferver. Seguidamente o produto é filtrado com o objetivo de remover contaminantes [17].

A composição da cera de abelha varia, dependendo de sua origem geográfica. Os principais componentes são ésteres de álcoois, ácidos carboxílicos, ácidos gordos livres e hidrocarbonetos. A cera de abelha apresenta, normalmente, um ponto de fusão de 64°C, uma viscosidade de 1470



mm²/s a 98,9°C, um índice de acidez de 20mg/g e um número de saponificação de 84mg/g [17].

A composição da cera de abelha depende em parte das suas subespécies, da idade da cera, e das condições climáticas da sua produção. Esta variação ocorre principalmente na quantidade relativa dos diferentes componentes presentes do que na sua natureza. Esta mistura inclui hidrocarbonetos, ácidos gordos livres, monoésteres, diésteres, triésteres, hidroximonoésteres, hidroxipoliésteres, monoésteres de ácidos gordos, poliésteres de ácidos gordos e alguns componentes não identificados [18].

Cada família de compostos é constituída por uma série homóloga, diferindo entre si no tamanho da cadeia por dois átomos de carbono. Na família dos hidrocarbonetos encontram-se dois grupos de compostos mais abundantes, os alcanos e os alcenos. De entre os alcanos, os mais abundantes são moléculas lineares apresentando um número ímpar de átomos de carbono apresentando entre 23 a 31 átomos deste elemento. Encontram-se presentes também alcanos com um número par de átomos de carbono, mas com uma abundância relativa muito mais baixa, sendo estes provenientes maioritariamente de fontes exógenas. Os alcenos mais abundantes são também moléculas com um número ímpar de átomos de carbono, maioritariamente com 27 a 39 átomos de carbono, com uma dupla ligação cis na posição 10 [18].

Os ácidos gordos livres representam 12 a 15% da cera de abelha, sendo esta família de compostos constituídos por ácidos gordos de cadeia linear com um número par de átomos de carbono, na sua maioria por 20 a 36 átomos deste elemento. Os monoésteres constituem 41% do peso da cera. Estes são maioritariamente constituídos por ésteres do ácido palmítico (C16:0) com álcoois saturados de cadeia longa, com 38 a 52 átomos de carbono, e por ésteres do ácido oleico (C18:1) com álcoois saturados, com 46 a 54 átomos de carbono. Os ésteres mais abundantes na cera de abelha são os ésteres com 40 átomos de carbono (12%). Um outro grupo de monoésteres, com uma estrutura significativamente diferente da dos anteriores, é os designados hidroxiésteres. Este grupo de compostos é constituído por ésteres de álcoois de cadeia longa esterificados com um hidroxíácido, principalmente o ácido 15-hidroxipalmítico, ou por ésteres do ácido palmítico com um álcool primário. Um



outro conjunto de ésteres presentes na cera de abelha são os diésteres normalmente constituídos por 54 a 64 átomos de carbono [18].

As ceras têm uma ampla gama de aplicação pois são bastante úteis pelas suas propriedades de texturização, gelificação em óleo e aumento de viscosidade. Alguns exemplos de aplicação das ceras são:

- ✓ aglutinante de óleo em graxa de sapato e batons;
- ✓ repelente à água em revestimentos industriais;
- ✓ promotor de resistência a arranhões em polidores para automotivos e tintas;
- ✓ lubrificante em trabalho com metais [16].

As ceras são aplicadas na carroçaria do carro para proteger a pintura e conferir brilho. Uma vez que são hidrofóbicas aumentam a rapidez da secagem da água minimizando a formação de manchas [19]. Conferem, ainda, maior resistência à sujidade e à exposição ao sol [20].

2.2 Estudos desenvolvidos para a lavagem a seco

O conceito de lavagem de carros sem água surgiu em Singapura devido à necessidade de implementação de economias de políticas de gestão de água [21].

A lavagem a seco de automóveis começou depois a ser explorada na China pois este país tem tido uma elevada expansão da indústria automobilística o que levou, conseqüentemente, a um forte desenvolvimento da indústria de lavagem de carros.

Tendo em contas as condições nacionais chinesas de escassez de recursos hídricos e o seu forte consumo de água, surgiu uma necessidade de alteração do tipo de lavagem automóvel que tome em consideração a redução da quantidade de água gasta [22].

Daí advém a necessidade de lavagem de carros a seco que traz como principais vantagens a diminuição de pelo menos 95% do consumo de água e de 90% de efluentes encaminhados para estação de tratamento de água residuais neste setor [23]. Para além de limpeza, os detergentes desenvolvidos



têm como função a proteção da carroçaria e o retardamento da incrustação de sujidade [22].

Recentemente, tem-se desenvolvido alguns estudos sobre estes detergentes que possibilitam a lavagem a seco de automóveis. Assim, apresentam-se seguidamente alguns deles.

A patente **CN106190597A** [22] apresenta um detergente capaz de remover a sujidade de um veículo por meio de uma lavagem a seco e a sua composição em massa é a seguinte:

- a) a 58 a 98% de água adicionam-se 0,5 a 2% de soluto alcalino produzindo assim uma solução aquosa alcalina;
- b) adicionam-se 0,1 a 3% de celulose;
- c) acrescentam-se com agitação uniforme, 0,1 a 7% de microgrãos de sílica ativada;
- d) seguidamente, à solução adicionam-se 0,1 a 3% de um surfactante aniónico e emulsão de cera de palma com concentração entre 0,5 e 14%;
- e) por fim a mistura é neutralizada por adição de um soluto ácido. Cada substância adicionada tem uma função específica: a água humedece a sujidade e a emulsão de cera, tal como sílica ativada, absorvem todas as partículas sólidas de sujidade. No final, obtém-se uma mistura adequada para a lavagem de carros, enceramento e a carroçaria não apresenta marcas.

A patente **CN103275821A** [24] divulga um agente de limpeza a seco para automóveis com a seguinte composição mássica:

- a) 38 a 45% de um agente surfactante;
- b) 25 a 40% de água;
- c) 15 a 25% de óleo de silicone;
- d) 3 a 6% de cera natural.

O produto resultante tem pH neutro e não danifica nem provoca corrosão na superfície pintada do veículo. Este detergente tem como funções principais a limpeza, o polimento e a manutenção. Para além disso, tem função de proteção

da superfície da pintura do veículo. Assim, o veículo pode ser mantido brilhante e limpo durante mais tempo.

Outra preparação de um produto para a lavagem automóvel a seco encontra-se descrito na patente **CN104498211A** [21]. De acordo com esta patente, o produto fornece um agente de limpeza de grau de eficácia elevado e apresenta a seguinte constituição mássica:

- a) 6 a 8% de um líquido de dispersão de nanopartículas;
- b) 6 a 8% de *polyoxyethylene octylphenol ether*;
- c) 6 a 8% de *dodecyl dimethyl ammonium oxide*;
- d) 6 a 12% de *silane ketone emulsion*;
- e) 1 a 2% de glicerina;
- f) 2 a 4% de solução aquosa de ácido bórico com concentração de 0,2%;
- g) 59 a 71% partes de água destilada.

O líquido de suspensão de nanopartículas é um líquido de dispersão de SiO_2 , Al_2O_3 e ZrO_2 em água. O teor de sólidos do líquido de dispersão de nanopartículas descrito é de 10 a 30%. A introdução de nanopartículas pode fortalecer o poder de limpeza de manchas difíceis e, pode ainda absorver a radiação ultravioleta protegendo a pintura do carro contra o envelhecimento.

Cada componente adicionado tem uma função específica: o *polyoxyethylene octylphenol ether* e o *dodecyl dimethyl ammonium oxide* funcionam como sistema de limpeza; a *silane ketone emulsion* permite que a superfície do veículo fique brilhante; a glicerina apresenta um efeito retardador do congelamento e o ácido bórico pode desempenhar uma ação germicida.

A descontaminação, o polimento e a proteção da carroçaria de automóveis podem ser obtidos quando os componentes são misturados numa certa proporção. A preparação deste detergente é simples e é de fácil de operação [21].

A patente **CN102373129A** [23] descreve um produto para a lavagem a seco de automóveis, sendo este composto em massa por:

- ✓ 40 a 50% de cera de carnaúba;
- ✓ 5 a 12% de óleo de silicone;



- ✓ 3 a 10% de um agente penetrante⁴;
- ✓ 1 a 9% de éter de alquilfenol polioxietileno;
- ✓ 8 a 20% de um tensoativo;
- ✓ 1% de absorvente de radiação ultravioleta;
- ✓ 1 a 3% de conservante;
- ✓ 0,01% de uma essência.

O método de produção compreende as seguintes etapas:

- a) *Etapa de dissolução bruta*: a cera de carnaúba é aquecida e dissolvida; o óleo de silicone é adicionado à cera de carnaúba e a mistura é completamente dissolvida num misturador durante 10 minutos, a uma temperatura entre os 80 a 90°C e a uma velocidade de rotação de 1000 rpm;
- b) *Etapa de mistura*: as matérias-primas são misturadas de acordo com a sua composição num reator para serem emulsionadas durante 20 a 25 minutos.

O produto obtido tem funções de proteção e embelezamento [23].

A solução proposta na patente **US5866532A** [25] para minimizar o consumo de água nas lavagens automóveis é a produção de uma mistura com uma função protetora e de lavagem.

A composição do produto de limpeza e proteção de superfície compreende os seguintes componentes principais, cujas percentagens são mássicas:

- a) 1% a 10% de um surfactante não iónico de baixa espuma selecionado entre o grupo de álcoois;
- b) 1% a 10% de uma emulsão antiespuma de silicone em água de modo a que seja possível suprimir a formação de espuma em sistemas aquosos;
- c) 5% a 25% de um fluído de silicone volátil com uma viscosidade inferior a cerca de 10cSt. A 25°C, o que permite fornecer uma película protetora na superfície para exibição de alto brilho;
- d) 20% a 50% de fluidos de silicone não voláteis;

⁴O Líquido penetrante é formado por uma mistura de vários líquidos e deve ter capacidade de penetrar em pequenas aberturas e de se manter de modo a que consiga selar fissuras. Deve, ainda, ser estável e removível da superfície onde foi aplicado [62].

- e) 1% a 30% de surfactantes adicionais que compreendem uma mistura de surfactante aniónico e surfactante não-iónico, em que o surfactante aniónico é selecionado do grupo de sulfatos de álcool e o surfactante não-iónico é selecionado do grupo de sulfatos de éter.

Após a aplicação, a superfície pode ser seca com um pano.

Ao incluir água na composição deste detergente, pode-se garantir a dispersão apropriada da composição de limpeza e proteção, mesmo quando o produto é diluído antes da sua utilização. Assim, a composição preferencial da água, de acordo com este estudo, deve ser entre 9 e 10% [25].

Infelizmente, a composição divulgada requer agitação constante para mantê-la em suspensão no produto de lavagem e, mesmo assim, após um intervalo de tempo, o produto separa-se e flutua. Este fenómeno implica que o utilizador o esteja continuamente a agitar a mistura para garantir que a composição esteja completamente dispersa e homogénea [25].

A patente **CN104974859B** [26] apresenta um líquido para lavagem de carros sem água e a sua composição mássica é a seguinte:

- a) 24 a 42% de um agente de proteção de filme de tinta,
- b) 8 a 13% de um agente de lubrificação da adição de brilho,
- c) 8 a 43% de um líquido iónico,
- d) 20 a 26% de um surfactante,
- e) 13 a 17% de um co-surfactante,
- f) 0 a 8% de água desionizada,
- g) 0,04 a 0,25% de essência.

A invenção descrita na patente **CN101831360B** [27] refere-se a um detergente de limpeza para para-brisas de automóvel, que consiste nos seguintes componentes em percentagem mássica:

- a) 1 a 50% de álcool,
- b) 1 a 10% de etileno glicol,
- c) 0,005 a 0,1% de agente complexante,
- d) 0,005 a 0,1% de surfactante catiónico,
- e) 0,005 a 0,1% de surfactante não iónico,



- f) 0,1 a 3% de inibidor de corrosão composto,
- g) 0,005 a 0,1% de corante
- h) O restante de água.

O agente complexante descrito é o EDTA que possibilita a remoção de sujidade do tipo inorgânico da superfície por meio de uma ação complexante e pode reduzir a incrustação de cátions como o cálcio e o magnésio [27].

O agente de limpeza possui propriedades de limpeza, anticongelante, anti-embaciamento e anticorrosão. Pode, também, remover efetivamente poeira e outro tipo de sujidade. O produto possui alta estabilidade a diferentes temperaturas e não provoca qualquer dano no para-brisa do automóvel [27].

Analisando as patentes acima referenciadas, pode-se verificar que os componentes maioritários são os tensoativos. Estes componentes baixam a tensão superficial entre a superfície a limpar e o detergente e aumentam a eficiência da lavagem [28], tal como se viu anteriormente.

Seguidamente, o componente mais recorrente é o solvente. Este tipo de componente permite que seja possível dissolver as partículas de sujidade. Geralmente, são componentes orgânicos como o álcool, éter e a cera. Estes solventes encontram-se na vanguarda da indústria química e são amplamente utilizados para desengordurar, solubilizar, limpar e desempoeirar [29] o que vai de encontro com o objetivo pretendido e constituem a maioria da composição do detergente. No entanto, é ainda de salientar que as cera para além de serem incorporadas como solventes também são utilizadas para dar brilho e polir a carroçaria dos automóveis.

Outro componente utilizado em todos os detergentes em estudo é um aromatizante. Este encontra-se em pequenas quantidades com a única função de aromatizar o produto conferindo-lhe um cheiro agradável.

Podem ser adicionadas substâncias complexantes como o EDTA presente na patente CN101831360B que possibilitam a formação de complexos muito estáveis com diversos iões metálicos como o magnésio e cálcio e permitem que haja a remoção destes iões.

Um outro composto utilizado com grande regularidade é o óleo de silicone que apresenta função de lubrificante, como foi referido anteriormente, e encontra-se presente nas patentes CN102373129A, CN1032775821A, CA2631897C, US5866532A e CN104974859B.

Podem, ainda, ser empregues produtos que aumentem a eficácia da limpeza como agentes absorventes como a sílica, tal como descrito pela patente CN106109597A, ou de soluções que aumentem a dispersão de partículas como a solução de dispersão de nanopartículas a base de SiO_2 , Al_2O_3 e ZrO_2 que permite eliminar manchas difíceis protegendo a pintura do carro contra o envelhecimento tal como descrito na patente CN104498211A.

2.3 Detergentes utilizados para limpeza da carroçaria pela *EcoCarWash*

Tal como referido anteriormente, os detergentes usados para a lavagem de automóveis na *EcoCarWash* dividem-se em dois grandes grupos: os produtos de interior e os produtos de exterior, havendo também *kits* específicos para limpeza de motor e jantes. No Anexo A: Lista de Produtos é apresentada uma lista dos produtos utilizados e comercializados pela *EcoCarWash* assim como as suas funções.

É de salientar que os produtos que mais distinguem a lavagem tradicional da lavagem a seco são os produtos usados na limpeza da carroçaria, ou seja, em vez de se utilizar o habitual champô e água é apenas utilizado um produto capaz de remover toda a sujidade com recurso a um pano de microfibras e com um gastos de água muito reduzido. Deste modo, os detergentes usados no exterior serão alvo de um estudo mais detalhado ao longo desta dissertação.

2.3.1 *Diamond NET* e *Diamond TROPICAL*

O ***Diamond***[®] ***NET*** é um produto que pode ser usado para limpeza da carroçaria de qualquer veículo conferindo um acabamento brilhante e deixa um filme de proteção.

Este produto é usado sem dissolução, é biodegradável, não combustível e não volátil. Apresenta cor azulada e aroma a menta.

O detergente **Diamond® TROPICAL** possui uma cor esverdeada e permite limpar a carroçaria sem deixar manchas e/ou riscos.

A sua utilização não acarreta perigo para materiais como lacado, banhado, vidro ou borracha. Também é biodegradável, não volátil e não combustível.

As Fichas Técnicas e as Ficha de Segurança destes produtos encontram-se no Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela *EcoCarWash*.

Estes produtos são fabricados de acordo com as normas ISO9001 e 14001 que garantem a melhoria continua no desempenho ambiental [30]. Para além disso, cumprem os requisitos do selo *ECO LSE* pois são produzidos de acordo com critérios rígidos de fabrico com baixo impacto ambiental, baixo consumo de água, limitação na produção de resíduos, proteção do solo e proteção da camada de ozono.

Na Tabela 2-1 encontra-se a função destes produtos, a sua composição e algumas propriedades físico-químicas.

Tabela 2-1 Composição, função e propriedades dos produtos *Diamond® NET* e *Diamond® TROPICAL*.

Objetivo	Composição	CAS	Propriedades
Limpeza da carroçaria	<1% Álcool Isopropílico	67-63-0	solúvel em água
	<1%D-limoneno	5989-27-5	pH neutro
			d<1

O D-limoneno, $C_{10}H_{16}$, é um composto orgânico que pertence à família dos terpenos e é o responsável pelo aroma forte a citrinos. A sua estrutura molecular encontra-se na Figura 2-3 [31].

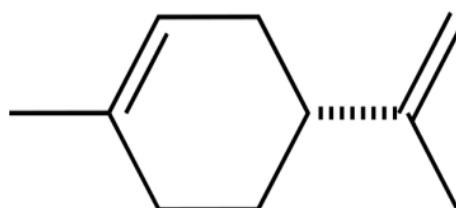


Figura 2-3 Estrutura molecular do D-Limoneno [31].

Apresenta-se, principalmente, sob a forma do isômero D. Este, quando puro, é um líquido incolor (podendo apresentar uma ligeira coloração amarela), com um aroma cítrico, um ponto de fusão de $-74,35^{\circ}\text{C}$, um ponto de ebulição de $170-180^{\circ}\text{C}$, e uma densidade de 0,85. É inflamável e irritante (quer para a pele, como para os olhos e pulmões). De acordo com a nomenclatura da IUPAC, é designado de 4R-1-metil-4-isopropenil-ciclo-hex-1-eno [31].

O D-limoneno está presente em produtos de lavagem e limpeza, produtos de tratamento do ar, biocidas (por exemplo desinfetantes e produtos de controlo de pragas), polidores e ceras [32]. Para além disso, a sua utilização como solvente tem vindo a crescer, pois para além de ser biodegradável, o D-limoneno é decomposto naturalmente pelos microrganismos existentes no meio ambiente e também é menos tóxico do que os solventes mais usuais. É, ainda, um excelente desengordurante visto que é eficaz na limpeza de motores, engrenagens e outras peças metálicas podendo também ser utilizado para lavagem de pisos industriais [33].

Os detergentes *Diamond*[®] *NET* e *Diamond*[®] *TROPICAL* contêm 2-propanol ou álcool isopropílico. A estrutura molecular deste composto está representada na Figura 2-4 e as propriedades físico-químicas encontram-se na Tabela 2-2 [34].

O álcool isopropílico é utilizado em lubrificantes, produtos anticongelantes, produtos de revestimento, enchimentos, massas, gessos, argila de modelagem, adesivos e selantes, desinfetantes polidores e ceras [35].

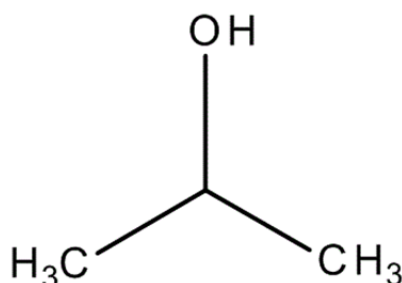


Figura 2-4 Estrutura molecular do álcool isopropílico [34].

Tabela 2-2 Propriedades físico-químicas do álcool isopropílico [34].

Fórmula Química	C ₃ H ₈ O
Massa molecular, g/mol	60,1
Ponto de ebulição, °C (1atm)	82,4
Densidade g/cm ³ (20°C)	0,786
Limite de Explosão, %(V)	2 a 13,4
Flash Point, °C	12
Temperatura de Ignição, °C	425
Ponto de Fusão, °C	-89,5
Pressão de Vapor, hPa (20°C)	43

2.3.2 *Diamond ULTIMATE*

O ***Diamond***[®] ***ULTIMATE*** é usado para limpeza de carroçarias com pinturas do tipo mate e é seguro para outro tipo de materiais como os lacados e borrachas. No final da lavagem, o detergente deixa um acabamento brilhante. Tem cor azulada e fragância a menta. Este produto é isento de solventes, é biodegradável e não é volátil.

É fabricado de acordo com a norma a ISO9001 e, também, atende aos requisitos da *ECO LSE* [30]. Apesar de ter como objetivo a lavagem da carroçaria com acabamento mate a sua composição é idêntica à já mencionada para o *Diamond*[®] *NET* e *Diamond*[®] *TROPICAL*.

A Ficha de Segurança e a Ficha Técnica do *Diamond*[®] *ULTIMATE* encontram-se no Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela *EcoCarWash*

2.3.3 *Diamond CAR*

O produto ***Diamond***[®] ***CAR*** é um detergente cujas propriedades e composição se encontram na Tabela 2-3Tabela 2-3. Para além de proteger tem como função limpar a carroçaria, permite o polimento rápido de micro-



arranhões e reaviva as cores. Este produto é fabricado de acordo com a norma ISO9001 e, também, atende aos requisitos do selo *ECO LSE*.

Tabela 2-3 Composição, função e propriedades do produto *Diamond*[®] CAR (FP representa *Flash Point*, P^v representa pressão de vapor e μ representa viscosidade).

Objetivo	Composição	CAS	Propriedades
Polimento Carroçaria	10 a 25% Nafta pesada hidrotratada	64742-48-9	60°C < FP < 93°C P ^v < 110Kpa d=0,96
	<1% D-limoneno	5989-24-5	Solúvel em água μ < 7 mm ² /s (40°C)

A nafta é um solvente que faz parte da composição deste detergente. É constituída por uma combinação complexa de hidrocarbonetos obtida por tratamento de uma fração de petróleo com hidrogénio na presença de um catalisador. É constituído por hidrocarbonetos com números de átomos de carbono predominantemente na faixa de C6 a C13 e apresenta um ponto de ebulição entre 65 e 230°C [36].

A Ficha de Segurança e a Ficha Técnica do *Diamond*[®] *ULTIMATE* encontram-se no Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela *EcoCarWash*.

2.3.4 *Diamond ENGINE*

A sua principal função, composição e propriedades físico-químicas do detergente *Diamond*[®] *ENGINE* encontram-se na Tabela 2-4.

Este produto é fabricado de acordo com a norma ISO9001 e cumpre os requisitos do selo *ECO LSE* e é usado para desengordurar o chassi e o motor de um veículo.

A Ficha de Segurança e a Ficha Técnica do *Diamond*[®] *ENGINE* encontram-se no Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela *EcoCarWash*.

Tabela 2-4 Composição, função e propriedades do produto *Diamond® Engine*.

Objetivo	Composição	CAS	Propriedades
Lavagem do Motor	<1% de isotridecanol etoxilado	69011-36-5	pH = 13 d > 1 solúvel em água
	1 a 2,5% de sal tetrassódico de EDTA di-hidratado	10378-23-1	
	<1% de hidróxido de sódio	1310-73-2	
	<1% trietanolamina	102-71-6	

E, avaliando agora a composição deste produto, tem-se:

a) Isotridecanol etoxilado

O isotridecanol etoxilado é uma mistura de ácidos gordos e carboxílicos capaz de reduzir a tensão superficial. Este composto é um tensoativo não iônico [12] cuja propriedades físico-químicas se encontram na Tabela 2-5. Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** encontra-se a estrutura molecular deste componente.

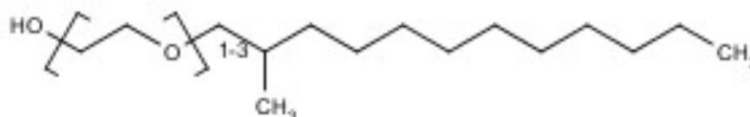


Figura 2-5 Estrutura molecular do isotridecanol etoxilado [37].

Tabela 2-5 Propriedades físico-químicas do isotridecanol etoxilado [38]

Massa Molecular, g/mol	646 g/mol
Densidade	1,00 (a 15°C)
Calor de Combustão, cal/g	6200
Solubilidade em água g/100mL _{H₂O}	>10 (20°C)

Esta substância é utilizada em produtos de lavagem e limpeza, produtos de tratamento de superfície de metal, produtos de tratamento de têxteis e tintas, polímeros, reguladores de pH, produtos de tratamento de água, lubrificantes e produtos de tratamento de couro [37].

É necessário salientar que esta substância é nociva para a vida aquática com efeitos duradouros [37].

b) Sal tetrassódico de EDTA di-hidratado

O EDTA é um composto orgânico que age como agente quelante, formando complexos muito estáveis com diversos íons metálicos como os cátions de magnésio e de cálcio, para valores de pH acima de 7 e os cátions de manganês e de ferro (II), ferro (III), de zinco, de cobalto, de cobre (II), de chumbo e os cátions de níquel para valores de pH abaixo de 7. A Tabela 2-6 contém as propriedades físico-químicas do EDTA e a Figura 2-6 representa a estrutura molecular deste sal.

Tabela 2-6 Propriedades físico-química do EDTA [39].

Massa Molecular, g/mol	416,20
Solubilidade em água, mg/L	160
Estrutura linear	$(\text{NaOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COONa})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Fórmula Química	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{Na}_4\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Higroscópico	

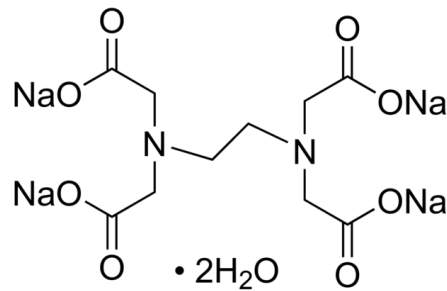


Figura 2-6 Estrutura molecular do EDTA [40].

c) Trietanolamina

Frequentemente abreviada como TEA, a trietanolamina ou 2,2',2''-nitrilotrietanol é um composto químico orgânico constituído por uma amina terciária tri-substituída por um grupo álcool. Como outras aminas, a trietanolamina atua como uma base fraca devido ao par solitário de elétrons no átomo de nitrogénio. Apresenta-se como um líquido viscoso (embora quando impura, e dependendo da temperatura, possa apresentar-se como um sólido), límpido, de cor amarelo pálido, pouco higroscópico e volátil, totalmente solúvel em água e miscível com a maioria dos solventes orgânicos oxigenados [41]. Na Figura 2-7 podemos analisar a estrutura molecular da trietanolamina.

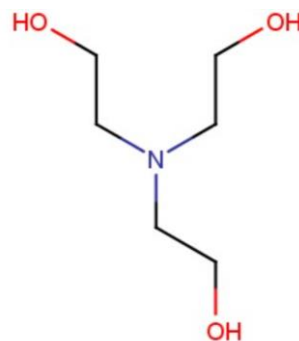


Figura 2-7 Estrutura molecular da trietanolamina [42].

Uma vez que a trietanolamina combina as propriedades de aminas e álcoois, apresenta a capacidade única de sofrer reações comuns a ambos os grupos funcionais. Como uma amina, a TEA é ligeiramente alcalina e reage com ácidos para formar sais ou sabões [41]. Na Tabela 2-7 encontra-se as propriedades físico-químicas desta substância.

Tabela 2-7 Propriedades físico-químicas da trietanolamina [43].

Fórmula Química	$C_6H_{15}NO_3$
Massa Molecular, g/mol	149
Ponto de Ebulição, °C	360
Massa Volúmica, g/cm ³	1,12
Limite de Explosão, %(V)	3,6 a 7,2
<i>Flash Point</i> , °C	190
Temperatura de Ignição, °C	325 (DIN 51794)
Temperatura de Fusão, °C	21
pH	10,5
Pressão de vapor, hPa	<0,01 (20°C)

A TEA é utilizada em produtos cosméticos e produtos de higiene pessoal, produtos de lavagem e limpeza, polímeros, polidores e ceras, produtos de tratamento do ar, reguladores de pH e produtos de tratamento de água, lubrificantes. É, ainda, utilizada em perfumes, em produtos de revestimento e em tintas e *toners* [42].

Esta substância causa lesões oculares graves e suspeita-se que prejudique a fertilidade ou o feto [42].

d) Hidróxido de sódio

O hidróxido de sódio, NaOH é uma base forte cujas propriedades se encontram na Tabela 2-8.

Tabela 2-8 Propriedades físico-químicas do hidróxido de sódio [44].

Massa Molecular, g/mol	40,00 g/mol
Massa Volúmica, g/cm ³	2,13 (20°C)
Ponto de fusão, °C	319 a 322
pH	>14 (100g/l, H ₂ O a 20°C)
Solubilidade, mg/g	1090

Assim, pode-se concluir que os detergentes utilizados pela *EcoCarWash* são constituídos essencialmente por um solvente e um aromatizante.

A substância responsável pela atribuição de um aroma agradável é o D-limoneno. Este terpeno, para além de atribuir um aroma a citrinos ao detergente, também é um desengordurante biodegradável.

O solvente mais utilizado é o álcool isopropílico. Este álcool consegue solubilizar a maioria das manchas da carroçaria com facilidade e tem ação desinfetante.

A nafta também é usada como solvente no detergente *Diamond® CAR*, com a função de remoção de manchas mais difíceis. Permite, ainda, o polimento rápido de micro-arranhões e reaviva as cores.

O *Diamond® Engine* é o único detergente utilizado pela *EcoCarWash* para limpeza do motor e, conseqüentemente, tem na sua composição mais componentes que permitem remover a sujidade mais difícil.

Este detergente permite remover catiões metálicos com a presença do EDTA. Tem duas bases na sua composição para solubilizar a sujidade que se encontra no motor. As bases utilizadas são o hidróxido de sódio e a trietanolamina. Para tornar a lavagem mais fácil, é importante baixar a tensão superficial e para isso utiliza-se o isotridecanol etoxilado como tensoativo.



3. Caracterização físico-química dos detergentes utilizados pela *EcoCarWash*

De entre os produtos referidos no ponto anterior, destacam-se o *Diamond*[®] *TROPICAL* e *Diamond*[®] *NET* (ou *Diamond*[®] *Blue*) como os detergentes mais utilizados para limpeza da carroçaria. Sendo de salientar que o *Diamond*[®] *TROPICAL* é utilizado para climas mais quentes pois apresenta menor volatilidade que o *Diamond*[®] *NET*.

É importante referir que os produtos usados para a limpeza a seco da carroçaria dos veículos são resultantes de uma diluição a 10% do produto adquirido pela *EcoCarWash*. Desta maneira, a caracterização físico-química dos detergentes foi realizada ao produto diluído (já pronto para ser utilizado numa lavagem a seco) e do detergente concentrado do *Diamond*[®] *NET* visto que é o único detergente concentrado que foi possível analisar.

3.1 Caracterização Sensorial

Inicialmente, foi efetuada uma caracterização sensorial onde se avaliou a cor e o cheiro dos dois detergentes. Tal como referido na Ficha Técnica de ambos produtos em estudo verifica-se que o *Diamond*[®] *NET* apresenta cor azul e cheiro a menta e o *Diamond*[®] *TROPICAL* apresenta cor branca a esverdeada e cheiro a citrinos. Na Figura 3-1 Imagem fotográfica dos detergentes diluídos usados pela *EcoCarWash*: (a) *Diamond*[®] *NET* e (b) detergente *Diamond*[®] *TROPICAL*. encontra-se uma imagem real dos detergentes avaliados.



Figura 3-1 Imagem fotográfica dos detergentes diluídos usados pela *EcoCarWash*: (a) *Diamond*[®] *NET* e (b) detergente *Diamond*[®] *TROPICAL*.

3.2 pH e densidade

Seguidamente, foram determinados os valores de pH e a densidade dos detergentes *Diamond*[®] *TROPICAL* e *Diamond*[®] *NET*. Na Tabela 3-1 Valores de densidade e pH obtidos experimentalmente para os detergentes diluídos *Diamond*[®] *TROPICAL* e *Diamond*[®] *NET* em estudo. encontram-se os resultados obtidos.

Tabela 3-1 Valores de densidade e pH obtidos experimentalmente para os detergentes diluídos *Diamond*[®] *TROPICAL* e *Diamond*[®] *NET* em estudo.

Detergente	pH	Densidade g/cm ³
<i>Diamond</i> [®] <i>NET</i>	5,01	1,00
<i>Diamond</i> [®] <i>TROPICAL</i>	5,62	0,995

O valor de pH apresentado é a média de 4 determinações distintas utilizando um medidor de pH calibrado com soluções tampão de pH 4,00 e 7,01. Nas fichas técnicas dos detergentes (Anexo B) é indicado que o pH destes produtos é neutro. No entanto, verificou-se que ambos os detergentes apresentam um valor de pH ácido, 5,01 e 5,62 para o *Diamond*[®] *NET* e *Diamond*[®] *TROPICAL* respetivamente.

A densidade foi determinada por picnometria. Começou-se por determinar o volume rigoroso do picnómetro utilizado com água a 25°C. Seguidamente, encheu-se o picnómetro com cada uma das amostras em estudo e pesou-se. Repetiu-se este procedimento três vezes sendo o valor apresentado a média das diferentes determinações. De acordo com as fichas técnicas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, a densidade dos dois detergentes deverá ser menor que 1 tendo sido verificado que o detergente *Diamond*[®] *NET* (ou *Diamond*[®] *BLUE*) apresenta uma densidade de 1,00 g/cm³ e o detergente *Diamond*[®] *TROPICAL* apresenta uma densidade de 0,995 g/cm³ .

Na Tabela 3-2 encontra-se a comparação dos valores de pH e densidade para o detergente concentrado *Diamond® NET* e a sua diluição.

Tabela 3-2 Valores de densidade e pH obtidos experimentalmente para o detergente concentrado *Diamond® NET* e a sua diluição pronta para utilização.

Detergente	pH	Densidade g/cm ³
<i>Diamond® NET</i> diluído	5,01	1,00
<i>Diamond® NET</i> concentrado	4,11	0,985

Com a diluição aumenta-se o teor de água e, conseqüentemente, aumenta o pH aproximando-o do pH da água. Assim, o valor de pH do detergente concentrado é de 4,11 e do produto diluído é de 5,01 o que corresponde a um aumento de 22%.

Com a diluição, a densidade do detergente concentrado aproximasse da densidade da água a 25°C (0,99708 g/cm³ [45]) tal como se seria de esperar. Deste modo a densidade do detergente diluído é 1,5% superior à densidade do detergente concentrado.

Os resultados referentes às determinações dos valores de pH e de densidade encontram-se no Anexo C.

3.3 Espectros de absorção no infravermelho

Por fim, foi realizado uma análise por espectrofotometria de Infravermelho. Neste tipo de análise é obtido um espectro que contém bandas de absorção resultantes das variações de energia causadas por transições de moléculas de um estado vibracional ou rotacional para outro [46].

Assim, as bandas de absorção de IV dependem da estrutura geral da molécula o que torna o espectro único e característica de determinado composto [46]. Para a identificação destes grupos funcionais é utilizada uma tabela de *Colthup*. Na Figura 3-2 encontra-se o espectro de Infravermelho do *Diamond® TROPICAL*.

O pico que se encontra nos 3400cm⁻¹ poderá corresponder à ligação O-H presente na ligação da molécula da água.

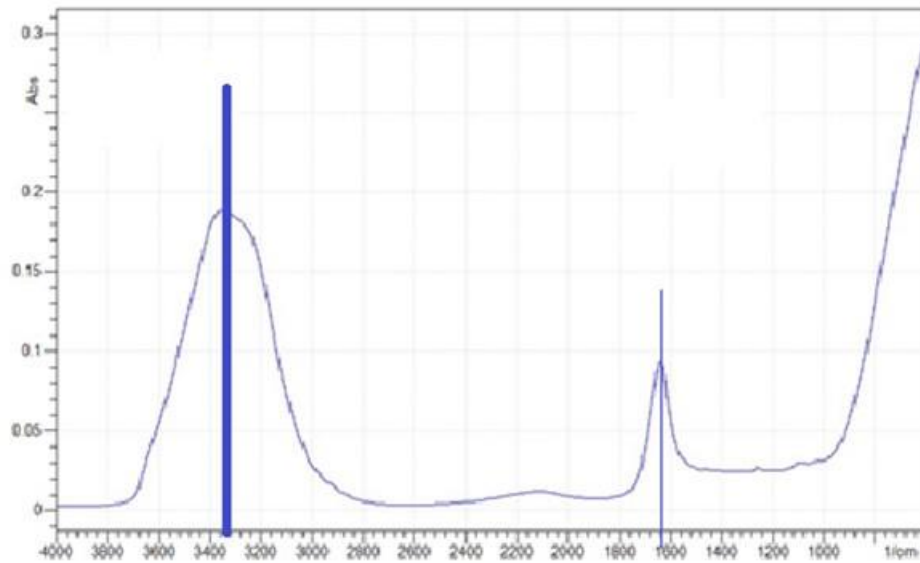


Figura 3-2 Espectro de IV do detergente *Diamond*[®] *TROPICAL*.

Os mesmos picos podem ser identificados no espectro de infravermelho para o detergente *Diamond*[®] *NET* (ou *Diamond*[®] *BLUE*) tal como se pode verificar na Figura 3-3.

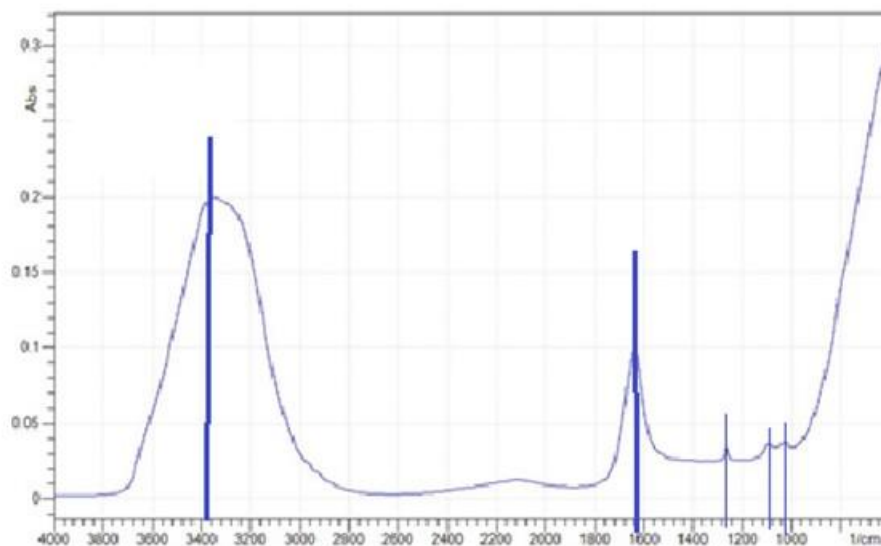


Figura 3-3 Espectro de IV do detergente *Diamond*[®] *NET*.

Pode-se ainda ver um pico de baixa intensidade aos 1280cm⁻¹, correspondente ao grupo hidroxilo. A banda de baixa intensidade entre os 1120 e os 800cm⁻¹ poderá corresponder à presença de sais inorgânicos.

Na Figura 3-4 encontra-se a sobreposição dos espectros de IV do detergente diluído *Diamond*[®] *NET* e *Diamond*[®] *TROPICAL* com o espectro de absorção de

IV da água destilada. Pode-se verificar que os picos com maiores intensidades em ambos os detergentes correspondem aos picos de absorção de infravermelho da ligação O-H presente na molécula de água.

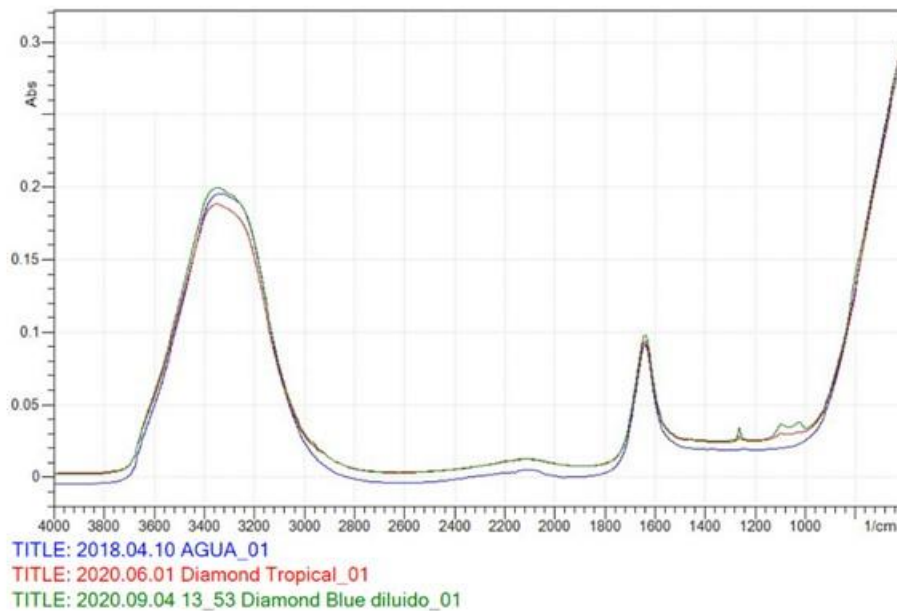


Figura 3-4 Sobreposição dos Espectro de IV do detergente *Diamond*[®] *NET* e *Diamond*[®] *TROPICAL* com o espectro de absorção de IV da água.

Em suma, podemos concluir que, pela análise de espectrofotometria de infravermelho dos detergentes diluídos, não se pode inferir a presença de qualquer grupo funcional, uma vez que a percentagem de água é bastante elevada, o que torna impossível identificar os restantes componentes.

Numa tentativa de identificar os restantes componentes, realizou-se uma análise por espectrofotometria de Infravermelho ao detergente *Diamond*[®] *NET* concentrado. O espectro obtido está representado na Figura 3-5.

A banda A foi identificada anteriormente como correspondente à ligação O-H da molécula de água, no entanto esta banda também pode aparecer devido à presença de álcoois na mistura como o álcool isopropílico pois também este composto tem uma ligação O-H

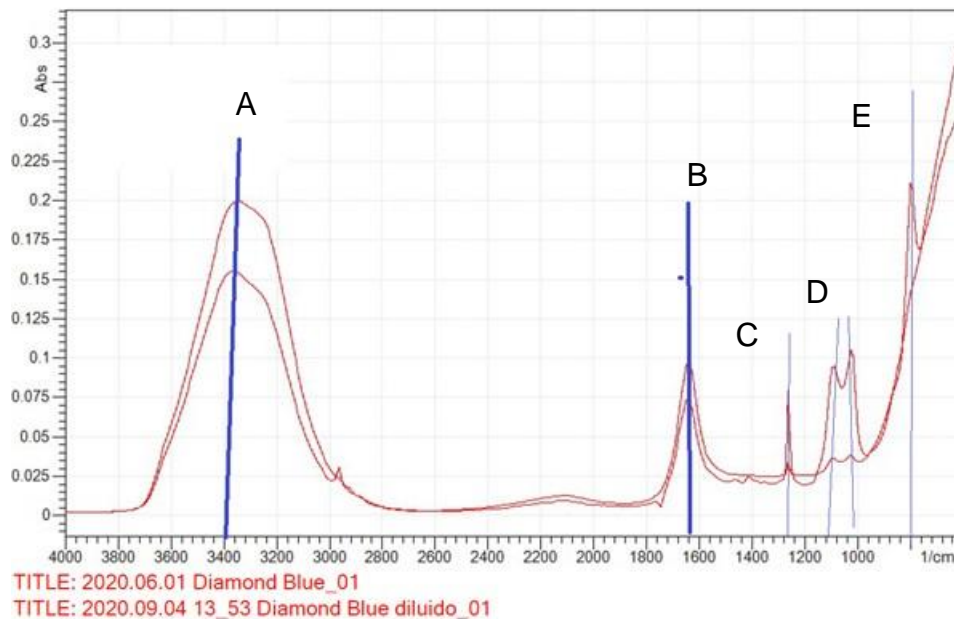


Figura 3-5 Comparação do detergente *Diamond*[®] *NET* com a sua diluição 10x.

A 1640 cm^{-1} poderá existir um pico associado à ligação C=C do D-limoneno por distensão. Entre os 1659 e 1634 cm^{-1} poderá existir uma banda associada à ligação C-H por flexão da mesma [47]. Tendo isto em conta, pode-se inferir que o pico B poderá ser influenciado por estes dois grupos funcionais presentes no D-limoneno. No entanto, de acordo com as fichas de segurança, a percentagem do D-limoneno no detergente diluído é de apenas 1% e esta poderá não ser detetável numa análise qualitativa de absorção IV o que poderá não corresponder às intensidades registadas neste comprimento de onda.

Pode-se verificar que os picos residuais presentes no detergente diluído *Diamond*[®] *NET* aos 1280 cm^{-1} (Banda C) poderá corresponder a grupo hidroxilo, ou seja, álcoois, e a banda de baixa densidade e a banda entre os 1120 e os 800 cm^{-1} (Banda D) poderá corresponder à presença de sais inorgânicos. Estas bandas também são identificadas que no espectro de absorção de infravermelho do detergente concentrado com maior intensidade enfatizando a presença destes grupos de compostos.

De acordo com a ficha de segurança (Anexo B), o *Diamond*[®] *NET* é composto por álcool isopropílico e D-Limoneno. Sabendo ainda que o produto tem um pico de intensidade aos 1280 cm^{-1} pode-se inferir que esta banda corresponde a ligação O-H do álcool isopropílico.

O pico E presente no espectro de absorção do detergente *Diamond® NET* concentrado poderá corresponder à banda associada à ligação $R_2CH=CH$ presente na molécula de D-limoneno. Para o intervalo de número de onda de 908 a 868cm^{-1} ocorre flexão da ligação $R_2CH=CH$ [47].



4. Desenvolvimento do Produto

4.1 Comparação dos produtos utilizados pela *EcoCarWash* com os apresentados nas patentes

De modo a que seja possível desenvolver um detergente eficiente para uma lavagem automóvel a seco é essencial comparar os detergentes descritos nas patentes com os detergentes utilizados pela *EcoCarWash*.

Verifica-se que todos os detergentes mencionados têm na sua composição um solvente. Nos produtos utilizados pela *EcoCarWash*, o solvente mais utilizado é o álcool isopropílico, já nas referências bibliográficas. Este componente dos detergentes podem variar entre éteres e álcoois. Estes compostos são utilizados para solubilizar e desengordurar a superfície a limpar e como tal devem constituir uma maior percentagem na formulação do detergente [29].

Todos os detergentes têm na sua composição um aromatizante. Este, deverá estar presente em pequenas quantidades pois a única função é para conferir um cheiro agradável à mistura. O aromatizante que faz parte da constituição dos detergentes utilizados pela *EcoCarWash* é o D-limoneno. Este composto é biodegradável e permite também remover gordura.

Todos os estudos referenciados anteriormente apresentam um tensoativo como um dos componentes principais dos detergentes. Todavia os produtos utilizados pela *EcoCarWash* não têm mencionado na sua composição nenhum tensoativo exceto o *Diamond® Engine*. A utilização deste componente na produção de um detergente é crucial pois baixa a tensão superficial entre a superfície a limpar e o detergente. Este componente aumenta a eficiência da lavagem permitindo que o óleo e a gordura se mantenham dissolvidos no detergente.

Podem ser adicionadas substâncias complexantes como o EDTA que está presente no detergente *Diamond® Engine* e no produto apresentado na patente CN101831360B e possibilitam a formação complexos com iões metálicos.



Estes tipos de detergentes podem ser bastante eficientes na limpeza de jantes e do motor do veículo.

É ainda importante salientar que os produtos utilizados pela *EcoCarWash* não contêm, ou não é mencionado nas fichas técnicas e/ou nas fichas de segurança, qualquer tipo de componente que possa ser utilizado para aumentar a eficiência da lavagem como acontece na patente CN106109597A que indica na sua composição uma dispersão de nanopartículas à base de SiO_2 , Al_2O_3 ou ZrO_2 [22]. Também não é mencionado qualquer tipo de aditivo capaz de proteger a carroçaria de radiação ultravioleta e conservante, como descrito na patente CN102373129A [23] ou um inibidor de corrosão composto tal como é mencionado na composição apresentada na patente CN101831360B [27].

É crucial ainda referir que a informação sobre a composição dos detergentes utilizados pela *EcoCarWash* é bastante escassa, pois só se tem conhecimento de cerca de 2% dos seus componentes e, como tal, assume-se que as fichas técnicas e as fichas de segurança descrevem o produto diluído e não o detergente concentrado. Assim sendo, a comparação com os detergentes mencionados nas patentes não pode ser feita diretamente com os detergentes utilizados pela empresa, visto que a composição das patentes publicadas diz respeito a detergentes concentrados.

Em suma, pode-se concluir que para desenvolver uma formulação para um detergente eficiente para a lavagem a seco que possa ser utilizado em toda a carroçaria e nas jantes será necessário incluir na sua composição um solvente ou uma mistura de solventes que permita solubilizar a sujidade e mantê-la em solução. Para tornar esta tarefa mais eficiente deve-se adicionar um tensoativo de modo a minimizar a tensão superficial entre o detergente e a superfície da carroçaria do carro e facilitar a lavagem.

4.2 Formulação de um novo detergente

Dado que a empresa *EcoCarWash* utiliza maioritariamente o detergente *Diamond® NET* e tendo em conta os estudos desenvolvidos propõe-se a seguinte composição mássica para a formulação de um novo detergente para a limpeza da carroçaria:



- 20 a 30% de propanol;
- 20 a 30% de álcool isopropílico;
- 1 a 2 % D-limoneno;
- 1 a 2% EDTA;
- 5 a 10% de lauril sulfato de sódio;
- 5 a 10% de uma cera;
- 5 a 10% de trietanolamina;
- 7 a 42% de água.

Com este produto pretende-se maximizar a eficiência da limpeza da carroçaria, por várias razões:

O **propanol** pode dissolver a maioria da sujidade, devido ao baixo ponto de ebulição pode secar rápido sem deixar manchas na pintura.

O **álcool isopropílico** possibilita uma solubilização da sujidade complementar à que foi realizada pelo propanol, e ainda o polimento da carroçaria com baixo risco de corrosão.

O **D-limoneno** será o aromatizante selecionado para atribuir um odor agradável ao detergente. Para além disso, este composto é um desengordurante.

O **EDTA** possibilita a remoção de sujidade do tipo inorgânico da superfície por meio de uma ação quelante e pode reduzir a incrustação de cátions como o cálcio e o magnésio essencial para a limpeza do motor e jantes.

O **Lauril Sulfato de Sódio, SLS** baixa a tensão superficial entre a superfície e o detergente aumentando a eficiência com que a sujidade é eliminada. Uma vez que as referências bibliográficas não enfatizam um tipo de tensoativo específico, escolheu-se o lauril sulfato de sódio com base na sua disponibilidade e baixo custo. O SLS é um tensoativo aniónico naturalmente derivado do óleo de coco e/ou palma. A sua fórmula química é $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3\text{Na}$. Por vezes o número "n" é incluído no nome, por exemplo lauriléter-2 sulfato de sódio pois produto comercial é heterogéneo, no comprimento da cadeia álcali e no número de grupos etoxila. Mediante o número destes grupos o valor de n é determinado sendo que n=3 é



o valor mais comum nos produtos comerciais [48]. Na Figura 4-1 encontra-se a estrutura molecular do lauril sulfato de sódio [49].

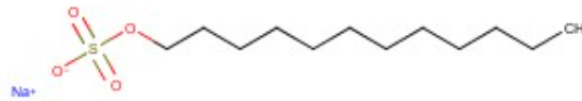


Figura 4-1 Estrutura molecular do lauril sulfato de sódio [49].

Esta substância pode causar lesões oculares graves e pode provocar irritação da pele. Quando inalada pode causar irritação respiratória. O SLS é prejudicial à vida aquática com efeitos duradouros [49].

As ceras são utilizadas para solubilizar sujidade de origem orgânica e para além disso tem um papel fundamental no polimento da carroçaria conferindo brilho à pintura. A **cera de abelha** é um emulsionante natural capaz de dar brilho à pintura do carro e protegê-la contra a exposição da chuva e do sol.

A **trietanolamina** combina as propriedades de aminas e álcoois, apresenta a capacidade única de sofrer reações comuns a ambos os grupos. Como uma amina, a TEA é ligeiramente alcalina e reage com ácidos para formar sais ou sabões. Este composto confere um carácter alcalino aumentando a eficácia da lavagem e funciona como agente anti-redeposição [50].

A Trietanolamina quando combinada com o lauril sulfato de sódio forma uma espuma surfactante, maximizando poder tensoativo do SLS [50].

Assim, formula-se um detergente que tanto poderá ser empregue na lavagem da carroçaria como tem a capacidade de remover a sujidade das jantes e do motor do veículo.

4.3 Produção experimental, caracterização e teste de aplicação do novo detergente

4.3.1 Produção experimental do detergente formulado

Para a formulação do novo detergente pensou-se em estudar três composições diferentes e avaliar o comportamento da mistura e do seu desempenho na lavagem. Desta maneira, na Tabela 4-1 apresentam-se as



composições mássicas das três formulações para o detergente de lavagem automóvel a seco pensadas.

Tabela 4-1 Formulações para o detergente de lavagem a seco para limpeza automóvel em estudo.

Componente	Composição A	Composição B	Composição C
	% m/m	% m/m	% m/m
Propanol	25	25	25
Álcool isopropílico	25	25	25
D-limoneno	2	2	2
EDTA	1	1	1
Lauril Sulfato de Sódio	7,5	10	5
Cera de abelha	7,5	5	10
Trietanolamina	7,5	7,5	7,5
Água	24,5	24,5	24,5

À semelhança do que a *EcoCarWash* faz atualmente, pensou-se em produzir um detergente concentrado para posterior diluição com água, usando um fator de diluição de 10. Deste modo, pensou-se em produzir 100mL de produto concentrado, o que corresponde a 1L de detergente pronto para utilização. Os cálculos associados à produção dos detergentes encontram-se no Anexo D.1.

As diferenças entre estas formulações são as percentagens mássicas de lauril sulfato de sódio e de cera de abelha. Pretende-se estudar o impacto da diminuição da tensão superficial com o aumento da concentração do tensoativo na eficiência da lavagem. Pretende-se, ainda, avaliar o poder de atribuição de brilho à pintura que a cera é capaz de conferir, variando a sua percentagem mássica.

No entanto, após experimentação laboratorial verificou-se que para qualquer uma das formulações apresentadas não foi possível dissolver a cera de abelha nem o EDTA na mistura orgânica.

Desta maneira pensou-se em reduzir a percentagem de EDTA de 1% para 0,5% no detergente e solubilizá-lo primeiramente em água e só depois

adicionar os compostos orgânicos. Desta maneira foi possível dissolver o EDTA na mistura.

A cera de abelha foi adicionada na mistura de álcool isopropílico – propanol, mas este composto não se solubilizou na mistura dos álcoois. Mesmo sujeitando a mistura a uma agitação constante durante 1h a 40°C (não foi utilizada uma temperatura mais elevada para não volatilizar os solventes) não foi possível dissolver a cera tal como se pode verificar na imagem da Figura 4-2.



Figura 4-2 Má solubilização da cera de abelha na mistura álcool isopropílico – propanol.

Tentou-se então dissolver previamente a cera em D-limoneno. Esta dissolução só foi possível para uma composição da mistura de 1:5 (composição mássica) a 50°C. No entanto quando se adicionou os restantes constituintes do detergente a amostra adquiriu um aspeto semelhante a um gel tal como se pode verificar na Figura 4-3.



Figura 4-3 Aspeto da mistura 1:5 cera de abelha – D-limoneno após adição dos restantes componentes do detergente.

Face a este resultado, decidiu-se estudar uma alternativa à cera de abelha na formulação, substituindo-a por óleo de silicone. Este composto também é um triglicerídeo, no entanto já é líquido à temperatura ambiente o que poderá facilitar a solubilização na mistura. Para além disso, foi referido nas patentes CN103275821A [24] e CN102373129A [23] a sua utilização para este tipo de detergente de lavagem a seco. Contudo, verificou-se que após adição de 7,5% de óleo de silicone à mistura ocorreu separação de fases por decantação de uma fase com aspeto gelatinoso tal como se pode verificar na Figura 4-4.



Figura 4-4 Separação de fases após a adição de óleo de silicone à mistura base

Posto isto, tentou-se substituir o óleo de silicone por outra alternativa disponível. Assim, à mistura já definida adicionou-se 7,5% de óleo de rícino o que, do ponto de vista da preparação, se mostrou uma alternativa viável à cera de abelha. Esta escolha baseou-se apenas na disponibilidade deste óleo no laboratório do CIETI.

O óleo de rícino é, como muitos outros óleos vegetais, um recurso renovável extraído da mamona. [51].

Como outros óleos vegetais, o óleo de rícino deve ser extraído por uma variedade de processos ou uma combinação de processos. Pode apresentar diferentes propriedades físicas e químicas. No entanto, independentemente do seu país de origem ou estação em que foi cultivado, sua composição química permanece relativamente constante. Como outros óleos vegetais, o óleo de



ricino é um triacilglicerol [51]. O óleo de ricino tem a capacidade de formar uma camada plastificante na carroçaria do carro [52].

Inicialmente pensou-se utilizar uma percentagem mássica de tensoativo de 7,5% na composição do detergente para a lavagem a seco. No entanto, ao tentar dissolver o lauril sulfato de sódio verificou-se para esta composição ser impossível dissolvê-lo nos restantes constituintes. Consequentemente, na formulação do detergente, pensou-se em diminuir a sua percentagem mássica na mistura.

Na Tabela 4-2 é apresentada a nova proposta de formulação para um detergente de lavagem a seco que possa ser utilizado tanto para limpeza da carroçaria, como das jantes e do motor.

Tabela 4-2 Formulações finais para o detergente de lavagem a seco para limpeza automóvel em estudo.

Componente	Composição A	Composição B	Composição C	Composição D
	% m/m	% m/m	% m/m	% m/m
Propanol	25	25	25	25
Álcool isopropílico	25	25	25	25
D-limoneno	10	10	10	10
EDTA	0,5	0,5	0,5	0,5
Lauril Sulfato de Sódio	4	1	0,5	1
Óleo de ricino	0	0	4	4
Trietanolamina	10	10	10	10
Água	25,5	28,5	25	24,5

No Anexo D.1 encontram-se os cálculos referentes à produção do detergente para a lavagem automóvel a seco com estas composições.

De acordo com as composições apresentadas na Tabela 4-2 foi possível produzir os detergentes apresentando-se na Figura 4-5 Imagem dos detergentes para lavagem automóvel a seco produzidos: (a) Composição A, (b) Composição B, (c) Composição C e (d) Composição D as amostras preparadas. Estas formulações apenas têm variações na percentagem mássica de lauril sulfato de sódio adicionado e de óleo, pois são estes dois compostos



que mais influenciam a capacidade de lavagem do detergente, tal como se verificou anteriormente.

A percentagem de D-limoneno foi aumentada em comparação a primeira formulação apresentada na Tabela 4.1 pois pretende-se que o detergente ainda tenha um cheiro a citrinos após a diluição de 10x e, ainda, se pretende aumentar a capacidade desengordurante.

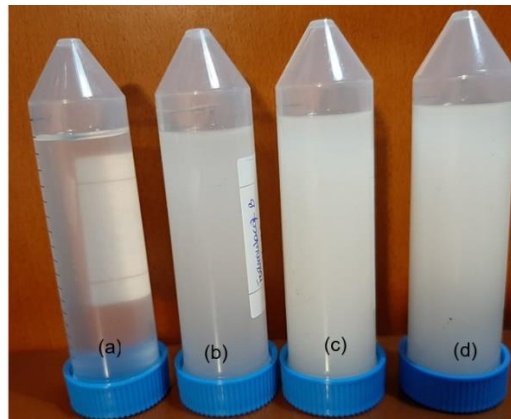


Figura 4-5 Imagem dos detergentes para lavagem automóvel a seco produzidos: (a) Composição A, (b) Composição B, (c) Composição C e (d) Composição D

Estas composições foram pensadas para que o detergente usado para a lavagem a seco fosse resultado de uma diluição a 10% das composições apresentadas na Tabela 4-2, tal como a *EcoCarWash* faz neste momento com o detergente concentrado importado. Assim, apresenta-se na Figura 4-6 os detergentes diluídos produzidos.

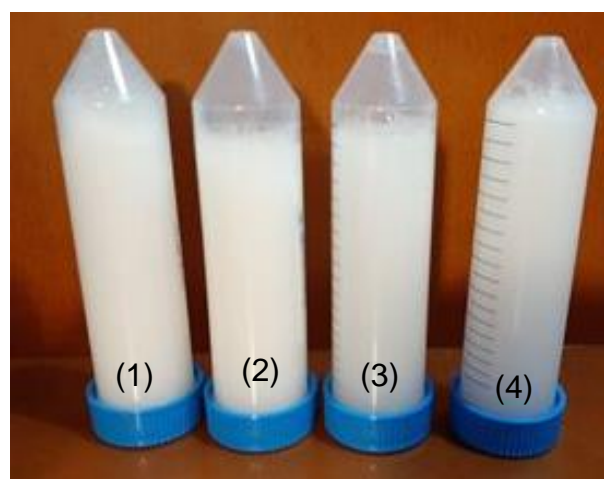


Figura 4-6 Imagem dos detergentes diluídos prontos para serem usados na lavagem automóvel a seco produzidos: (1) Composição A, (2) Composição B, (3) Composição C e (4) Composição D.

Verifica-se que com a diluição os detergentes apresentam uma cor mais esbranquiçada. Este fenómeno foi mais notório para a composição A pois quando este detergente se encontra na sua fase concentrada é praticamente translúcido e após diluição fica com uma tonalidade branca intensa.

Verifica-se que com a diluição há uma turvação da mistura, no entanto não se verifica separação de fases. As composições A e D apresentam muita espuma o que poderá dever-se a uma maior concentração de tensoativo.

Tanto os detergentes concentrados como os diluídos apresentam um aroma intenso a citrinos devido à presença de D-limoneno.

4.3.2 Caracterização físico-química dos detergentes formulados

À semelhança do que aconteceu com os detergentes usados pela *EcoCarWash*, foi também realizada uma caracterização físico-química dos detergentes produzidos. A caracterização foi feita para os produtos concentrados e diluídos dos detergentes formulados.

4.3.2.1 Determinação dos valores de pH e de massa volúmica

Na Tabela 4-3 encontram-se os valores de pH e de massa volúmica determinados para os detergentes formulados onde F. representa Formulação e ρ representa a massa volúmica em g/cm^3 . Os cálculos referentes a estas determinações encontram-se no Anexo D.2.

Tabela 4-3 Valores de pH e de massa volúmica obtidos para os detergentes formulados concentrados e diluídos. F. representa as formulações e ρ representa a massa volúmica em g/cm^3 .

	F. A	F. A diluída	F. B	F. B diluída	F. C	F. C diluída	F. D	F. D diluída
pH	9,55	9,35	9,47	9,40	9,41	9,46	9,26	8,94
ρ, g/cm^3	0,897	0,933	0,902	0,922	0,897	0,898	0,898	0,932

Pode-se verificar que os valores de pH obtidos são todos de carácter alcalino e como tal pode levar a que haja corrosão da carroçaria do automóvel. O carácter básico dos detergentes pode dever-se à presença da trietanolamina

pois pela presença da amina este composto tem comportamento de base fraca. Assim sendo, dever-se-ia ajustar o pH até valor de 7 ou fazer teste de corrosão à carroçaria do carro para avaliar se existe ou não oxidação.

Os valores de pH obtidos para as formulações diluídas são inferiores aos registados para os detergentes concentrados. Este facto deve-se ao aumento de concentração de água que o faz convergir para o valor de pH da mistura para o valor de pH deste componente.

Verifica-se que a massa volúmica das amostras concentradas é inferior à massa volúmica das misturas diluídas. Isto deve-se ao facto que a mistura diluída ter uma maior composição em água e como este componente tem uma massa volúmica muito superior ($0,99708 \text{ g/cm}^3$ [45]) a dos restantes compostos faz aumentar o valor de massa volúmica.

4.3.2.2 Espectros de absorção no infravermelho

Foram realizados uns ensaios de absorção de infravermelho e os espectros obtido para as formulações produzidas encontram-se na Figura 4-7 Espectros de absorção IV dos detergentes concentrados para lavagem a seco produzidos.

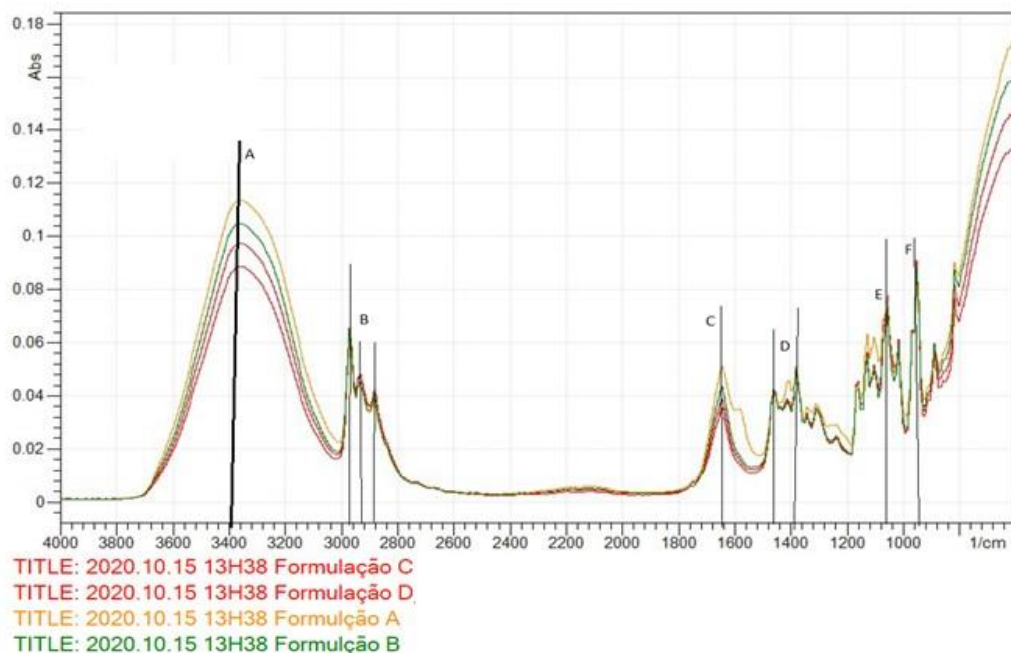


Figura 4-7 Espectros de absorção IV dos detergentes concentrados para lavagem a seco produzidos.

Verifica-se por análise da Figura 4-7, que os espectros de absorção obtidos são semelhantes para todas as formulações e as intensidades variam de



acordo com a percentagem mássica de cada componente na mistura produzida.

A banda A corresponde o número de onda 3375cm^{-1} que pode representar as ligações O-H presentes nos álcoois e na molécula de água e é por isso que esta banda é tão intensa pois estes três componentes representam cerca de 75% da mistura formulada. Para todas as formulações a quantidade de propanol e de álcool isopropílico é a mesma variando apenas a concentração mássica da água. A percentagem mássica da água é maior na formulação B (28,5%) no entanto é a mistura A que apresenta uma banda mais intensa. A formulação com menor percentagem de água é a D com cerca de 24,5% e é este composto que apresenta menor intensidade neste número de onda.

A banda aos 1400cm^{-1} pode corresponder à presença de ligações $\text{CH}_2\text{-OH}$, CH-OH e C-OH na mistura.

A banda A também pode ser devida à presença amina na molécula de trietanolamina. Este grupo funcional também, pode ter absorção aos 1600cm^{-1} o que poderá influenciar (banda C). Este pico traduz a absorção das ligações CO-NH_2 , CO-NH-R e CO-N-R_2 . A 1600cm^{-1} , a banda de absorção também pode ter contribuição do anel aromático presente na molécula do D-limoneno.

Repare-se que a aproximadamente 1600cm^{-1} , a intensidade de absorção é superior para a formulação A e o único componente em maior percentagem mássica, quando comparado com os restantes detergentes, é o lauril sulfato de sódio que constitui 4% deste detergente e para os restantes cerca de 0,5 a 1%.

A banda B pode corresponder as longas cadeias carbónicas, ou seja, às ligações $\text{CH}_3\text{-CH}$ e -CH_2 presentes em alcanos. Esta banda pode ser identificada devido à presença do lauril sulfato de sódio, da trietanolamina e do óleo de rícino. As bandas E e F também podem ter a mesma contribuição.

Também foi realizado o espectro de absorção das diluições dos detergentes formulados tal como se pode observar na Figura 4-8.

Por análise do espectro de absorção IV dos detergentes diluídos produzidos verifica-se que as bandas de absorção presentes são referentes à molécula da água. Após a diluição, a água constitui cerca de 90% de amostra o que não

permite a identificação de nenhum outro componente tal como se discutiu no ponto 3.3.

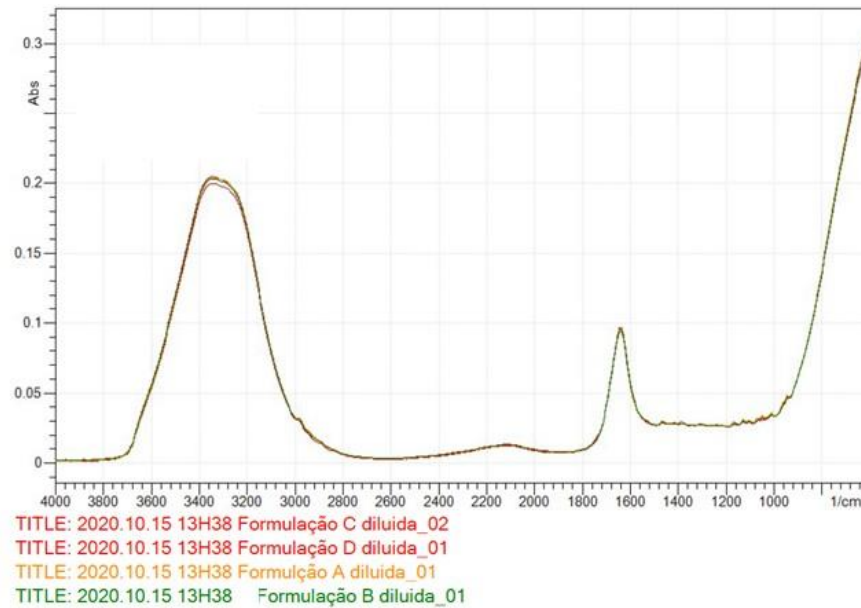


Figura 4-8 Espectros de absorção IV dos detergentes diluídos para lavagem a seco produzidos.

4.3.3 Teste de aplicação dos detergentes formulados

As formulações produzidas e os detergentes mais utilizados pela *EcoCarWash* (o *Diamond® NET* e o *Diamond® TROPICAL*) foram aplicados numa porção da carroçaria do carro. Na Figura 4-9 mostra-se a zona de testes antes da lavagem.



Figura 4-9 Porção da carroçaria de um veículo antes da lavagem com os detergentes utilizados pela *EcoCarWash* e com os detergentes formulados: (1) *Diamond® TROPICAL*, (2) *Diamond® NET*, (3) Formulação A, (4) Formulação B, (5) Formulação C e (6) Formulação D.

Na Figura 4-10 encontra-se a mesma zona da carroçaria depois da aplicação dos detergentes formulados.



Figura 4-10 Porção da carroçaria de um veículo depois da lavagem com os detergentes utilizados pela *EcoCarWash* e com os detergentes formulados: (1) *Diamond® TROPICAL*, (2) *Diamond® NET*, (3) *Formulação A*, (4) *Formulação B*, (5) *Formulação C* e (6) *Formulação D*.

Durante a aplicação dos vários detergentes diluídos formulados e os produtos utilizados pela *EcoCarWash*, verificou-se que todos têm comportamento semelhante, removendo a sujidade com facilidade e deixando a carroçaria com brilho. Na imagem Figura 4-11 mostra-se o aspeto final do pano de microfibras usado.



Figura 4-11 Pano de microfibras após a limpeza da porção da carroçaria utilizada para os testes.

É de salientar que a Formulação A foi aquela, que durante a aplicação, teve melhor desempenho. Verificou-se, com o uso desta formulação, uma rápida secagem e uma remoção mais fácil das manchas quando comparado com os restantes produtos. Esta mistura é aquela que apresenta maior quantidade de tensoativo (cerca de 4% sendo que as restantes têm 0,5 a 1%). Para além disso esta mistura não apresenta óleo de rícino e como tal este componente pode ser retirado da formulação.

Deste modo, propõem-se como formulação final a formulação A: 25% de propanol, 25% de álcool-isopropílico, 10% de D-limoneno; 0,5% de EDTA; 4% de lauril sulfato de sódio; 0% de óleo de rícino e 10% de trietanolamina e 25,5% de água

De modo a otimizar as formulações deve-se continuar a executar testes de aplicação de modo tentar encontrar a quantidade mínima capaz de se obter os mesmos resultados de forma a minimizar a quantidade de reagentes necessários. Ou então, poderá pensar-se em realizar uma diluição com um fator de diluição superior a 10 de maneira a que para a mesmo volume de detergente concentrado se consiga um volume maior de detergente diluído apto para aplicação.

4.4 Análise Económica

4.4.1 Custos atuais

Atualmente, a *EcoCarWash* importa os detergentes que utiliza nos postos de lavagem e que comercializa *on-line*. Deste modo os gastos centram-se na aquisição do detergente concentrado, da água necessária para a preparação do detergente diluído, além dos gastos com o empacotamento do produto. Na Tabela 4-4 encontram-se os gastos atuais da *EcoCarWash*.

Tabela 4-4 Gastos atuais por ano da *EcoCarWash*.

Detergente concentrado, €/ano	3 600,00
Gastos com água, €/ano	48,54
Gastos com Empacotamento, €/ano	2 175,00



No Anexo E.1 encontram-se os cálculos correspondente a esta análise de custos.

O número de lavagens efetuadas atualmente na empresa é 20 000 lavagens/ano o que leva a um gasto de 3 000 L/ano de detergente diluído. Uma vez que este detergente utilizado provém de uma diluição com um fator de 10x, obtém-se um gasto de produto concentrado de 300L/ano.

O detergente concentrado tem um custo de 12€/L, assim por ano gastam-se 3 600€ para a importação do detergente concentrado. A água necessária à produção do detergente diluído tem um custo de 48,54€/ano.

As embalagens utilizadas no empacotamento do detergente são frascos pulverizadores de 500mL que têm um custo de 1€ já com rótulo disponível para as vendas *on-line* e *jerrycans* de 5L para utilização nos postos de lavagens. O empacotamento tem um custo de 1500€/ano e 675€/ano respetivamente o que dá um total de 2175€/ano.

Deste modo, desprezando gastos gerais com eletricidade e mão-de-obra, a *EcoCarWash* tem de dispor de 5 820,54€/ano para a aquisição de todo o material que necessita para as lavagens o que conduz a um custo de 1,94€/L de produto pronto a aplicar.

No sentido de minimizar os gastos com a aquisição do produto concentrado e reduzir problemas com stocks, a *EcoCarWash* pensa em adquirir as matérias primas e produzir os detergentes junto dos pontos de utilização. Assim, a empresa poderá recorrer a duas hipóteses:

- a) aquisição dos componentes necessários à formulação do detergente e dos equipamentos necessários para a produção do detergente concentrado
- b) aquisição das matérias-primas necessárias à formulação do detergente e subcontratação de uma entidade externa que produza este tipo de produto.

Os gastos com a água necessária para a diluição e os gastos com o equipamento serão os mesmos uma vez que a *EcoCarWash* não deverá abdicar de fazer o empacotamento e a diluição do detergente concentrado.



4.4.2 Produção do detergente pela EcoCarWash

Admitindo que a *EcoCarWash* adquira as matérias-primas e os equipamentos para a produção do detergente de forma independente. Obtém-se os seguintes custos apresentados na Tabela 4-5 e no Anexo E.2 Custos admitindo que a *EcoCarWash* assume a produção do produto concentrado encontram-se os cálculos correspondente a esta hipótese.

Tabela 4-5 Custos admitindo que a EcoCarWash assume a produção do detergente.

Aquisição de matérias primas, €/ano 5 782,11

Equipamento, € 1 376,96

A aquisição de matérias primas baseia-se na composição do detergente concentrado mencionado no ponto 4.3 e acarreta um custo de 5 782,11€/ano.

É de notar que este valor é bastante elevado, isto deve-se aos custos elevados do propanol e do D-limoneno. Estes dois componentes são responsáveis por 73% dos gastos com a aquisição de matéria-prima. O propanol tem um custo de 20,92€/L [53] e como são necessários 89L o preço de aquisição desta matéria prima para um ano é muito elevado (cerca de 1 856,37€/ano). São necessários 33L de D-limoneno por ano, cada litro tem um custo de 71,60€⁵ o que corresponde a um custo anual de 2388,34€/ano. Estes custos podem estar inflacionados pois podem não corresponder a realidade, isto é, se se aumentar a quantidade dos produtos a encomendar os preços por litro poderão ficar mais baixos.

Os gastos em equipamento englobam um tanque com agitação e material corrente de laboratório necessário para fazer a produção do detergente à escala piloto. O tanque agitado tem a capacidade máxima de 35L e pensa-se fazer produções descontínuas de 30L. Uma vez que são necessários 300L de produto concentrado são necessários executar 10 ciclos de produção. Os gastos com equipamento são 1 376,96€.

Não foram contabilizados gastos com instalações, gastos gerais e com mão-de-obra pois a *EcoCarWash* já possui estes recursos. No entanto é necessário

⁵ Cotação fornecida pela LaborSpirit

adicionar a parcela de gastos com a água para a diluição (48,54€/ano) e de embalagens para o empacotamento (2 175€/ano).

Assim, contabilizando um plano de amortizações para 5anos, ou seja, considera-se que no final deste período os gastos com o equipamento já estão retomados e considerando a perda de valor pelo seu uso. De acordo com o Diário da República 1ª Serie, nº117 de 14 de setembro de 2009, (Grupo 9, Secção d) e código 0720) o aparelhos e utensílios de laboratório para a indústria de sabões e detergentes têm uma taxa de amortização de 20% ao ano. Tendo isto em consideração, os custos anuais da *EcoCarWash* quando esta assume a produção do detergente encontram-se Tabela 4-6 na para 5anos.

Verifica-se que o custo anual é de 8 278,33€/ano e o preço por litro de detergente diluído produzido é de 2,76/L. Estes valores são 42% superiores, quando comparados com os gastos anuais com o detergente importado e o custo do detergente diluído

Tabela 4-6 Plano de Investimento, em €/ano para 5 anos considerando que a EcoCarWash assume a produção do detergente.

Componentes	2021	2022	2023	2024	2025
Tanque e agitador	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00
Material de Laboratório	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39
Matéria-Prima	5782,11	5782,11	5782,11	5782,11	5782,11
Água diluições	45,84	45,84	45,84	45,84	45,84
Frascos e jerrycans	2175,00	2175,00	2175,00	2175,00	2175,00
Total	8278,33	8278,33	8278,33	8278,33	8278,33

4.4.3 Produção do detergente subcontratando uma entidade externa

A outra opção seria a *EcoCarWash* adquirir as matérias-primas e subcontratar uma empresa externa para a produção do detergente. Os gastos com a água necessária à produção do detergente diluído (48,54€/ano) e o empacotamento (2 175€/ano) continuam a ser necessários.

O CIETI que tem a possibilidade de produzir o detergente cobrando um custo de 15€ por hora de produção. Na Tabela 4-7 apresentam-se os gastos associados a esta hipótese de produção do detergente e os cálculos associados a esta situação em análise encontram-se no Anexo E.3 Custos admitindo que a *EcoCarWash* contrata uma outra empresa para a produção do detergente

Tabela 4-7 Custos admitindo que a *EcoCarWash* subcontrata uma entidade para produção do detergente.

Aquisição de matérias primas, €/ano	5 782,11
Subcontratação de empresa externa, €/ano	450

Deste modo, caso seja o CIETI a produzir o detergente concentrado, a *EcoCarWash* terá uma despesa de 8 455,65€/ano contabilizando a despesa com a água necessária para a diluição e gastos com o embalamento. Assim consequentemente, o detergente diluído terá um custo de 2,81€/L.

4.4.4 Comparação das diferentes hipóteses para a produção do detergente

Na Tabela 4-8 encontra-se a comparação entre as três situações para a produção do detergente em estudo.

Por análise da Tabela 4-8, é notório que a situação com menor custo associados é manter a importação do detergente concentrado. Com esta situação, há uma poupança de 42% dos custos comparando com os custos da produção independente da *EcoCarWash* e 35% quando comparada com os custos associados à subcontratação de uma empresa externa.



Tabela 4-8 Comparação das diferentes situações para a produção do detergente para lavagem a seco de automóveis em estudo

	Importação	Produção pela <i>EcoCarWash</i>	Subcontratação de uma empresa
Gastos por ano, €/ano	5 820,54	8 278,33	8 455,11
Custo de produção do detergente, €/L	1,94	2,76	2,81

Para o preço por litro de detergente diluído pronto, obtém-se, conseqüentemente, um preço menor quando se importa o produto concentrado. O preço por litro do detergente pronto a utilizar quando se importa a mistura concentrada é de 1,94€ e para os custos associados à produção do detergente pela *EcoCarWash* e pela produção do detergente por uma empresa subcontratada é respetivamente 42% e 45% superior.

Assim sendo, pode-se concluir da análise económica que a situação mais vantajosa é a importação do detergente concentrado tal como se faz atualmente. Caso seja necessária a produção do detergente junto dos postos de lavagem a diferença entre a subcontratação de uma entidade externa e da produção independente é de 2% nos custos anuais.



5. Conclusões

A lavagem automóvel tradicional tem um gasto de cerca de 150 a 200L de água por cada veículo lavado. Este gasto elevado necessita de ser minimizado de maneira a poupar este recurso não renovável e como tal deve-se recorrer à lavagem automóvel a seco. Com este tipo de lavagem, é possível a remoção de todas as manchas de sujidade com um gasto de apenas 150 a 200mL por veículo lavado.

Deste modo a *EcoCarWash* propôs a análise e desenvolvimento de produtos de lavagem automóvel pois, de momento, a empresa importa os produtos utilizados para a lavagem e pretende produzir os detergentes para a lavagem a seco junto dos pontos de utilização, de forma a minimizar custos e problemas com armazenamento e transporte.

Os estudos efetuados sobre esta temática ainda são escassos, mas as patentes que já existem são unânimes em distinguir o tensoativo como o componente principal da formulação deste detergente seguido de um solvente. Podem, ainda, ser empregues produtos que aumentem a eficácia da limpeza como agentes complexantes, enzimas e aromatizantes.

Os detergentes utilizados atualmente pela *EcoCarWash* são constituídos por um solvente e um aromatizante. O solvente utilizado é o álcool isopropílico e o aromatizante é o D-Limoneno respetivamente. O D-limoneno também tem capacidade desengordurante.

Foi efetuada a caracterização físico-química destes detergentes, tendo-se determinado os valores de pH de 5,01 e 5,62 para o *Diamond® NET* e *Diamond® TROPICAL* respetivamente, quando estes detergentes se encontram na sua forma diluída.

O detergente *Diamond® NET* (ou *Diamond® BLUE*) apresenta uma densidade de 1,00 g/cm³ e o detergente *Diamond® TROPICAL* apresenta uma densidade de 0,995 g/cm³ quando diluídos.

Foi realizada uma análise por espectrofotometria de Infravermelho dos detergentes diluídos da *EcoCarWash* e não foi possível inferir a presença de nenhum composto pois a grande quantidade de água não permite a identificação de qualquer outro componente.

Tendo em conta a composição dos produtos mais utilizados pela *EcoCarWash* e a análise dos estudos apresentados na literatura pensou-se em formular um detergente para a lavagem automóvel a seco com a seguinte composição mássica: 25% de propanol; 25% de álcool isopropílico; 10% de D-limoneno; 0,5% de EDTA; 0,5 a 4% de lauril sulfato de sódio; 0 a 4% de óleo de rícino; 10% de trietanolamina e 24,5 a 28,5% de água. Antes da sua utilização estes detergentes devem ser diluídos 10 vezes.

Após a aplicação dos detergentes formulados e dos produtos atualmente utilizados pela *EcoCarWash* numa porção da carroçaria, verificou-se que ambos têm comportamento semelhante e conseguem remover facilmente a sujidade. No entanto, aquela que apresenta melhor desempenho na remoção de manchas é a Formulação A. Este detergente é composto por 25% de propanol; 25% de álcool isopropílico; 10% de D-limoneno; 0,5% de EDTA; 4% de lauril sulfato de sódio; 10% de trietanolamina e 25,5% de água.

De maneira a otimizar a formulação será necessário perceber qual é a quantidade mínima necessária de cada componente para conseguir a mesma capacidade de limpeza. Poder-se-á ainda aumentar o fator de diluição utilizado nas diluições do detergente concentrado para obtenção do detergente apto para a lavagem a seco.

Verificou-se que o pH dos detergentes formulados é alcalino e situa-se entre 8,94 e 9,55. A basicidade desta mistura poderá provocar corrosão do material da carroçaria e como tal é necessário realizar testes que avaliem esse fenómeno ou então tentar neutralizar os detergentes produzidos com um ácido orgânico propondo-se para tal o ácido cítrico,

Atualmente, os gastos da *EcoCarWash* centram-se na importação do detergente concentrado, na água necessária à diluição do mesmo e na aquisição das embalagens para o engarrafamento do detergente o que acarreta um gasto de 5 820,54€/ano.

Para minimizar este custo pensou-se em desenvolver os produtos juntos dos pontos de utilização. E, para tal, analisaram-se duas opções: a *EcoCarWash* adquirir as matérias-primas necessárias à formulação do detergente e produzir o detergente de forma autónoma ou subcontratar uma empresa externa para



fazer a produção do mesmo. No entanto, para ambas as situações, obteve-se respetivamente um aumento dos custos relativamente aos atuais de 42% e 45%. Os custos calculados são de 8 278,33€/ano admitindo que a *EcoCarWash* produz o detergente de forma independente e 8 455,11€/ano quando subcontrata uma entidade externa.

O preço por litro do detergente pronto a utilizar quando se importa a mistura concentrada é de 1,94€, para os custos associados à produção do detergente pela *EcoCarWash* é de 2,76€/L e pela produção do detergente por uma entidade subcontratada é de 2,81€/L. Estes valores correspondem, respetivamente, a um aumento de 42% e 45% no custo de detergente diluído.

No entanto é necessário salientar que os custos podem estar inflacionados e podem não corresponder a realidade. Se se aumentar a quantidade dos produtos a encomendar os preços por litro poderão ficar mais baixos o que poderá fazer baixar o preço de aquisição de matérias primas.

Pode-se concluir que da análise económica que a situação mais vantajosa é a importação do detergente concentrado tal como se faz atualmente. Caso a *EcoCarWash* pretenda fazer o fabrico do detergente junto dos pontos de lavagem, é indiferente fazer a produção de forma independente ou pela subcontratação do CIETI uma vez que apresentam uma diferença nos custos anuais globais de 2%.



Referências Bibliográficas

- [1] “Produtos Ecológicos,” EcoCarWash lavagem sem água, 2020. Available: <https://www.ecocarwash.pt>. [Acedido em 4 janeiro 2020].
- [2] M. G. A. M. T. C. d. M. M. C. M. P. M. G. C. S. J. Ronaldo S. Araújo, “Water Resource Management: A comparative evaluation of Brazil,” *Science of The Total Environment*, nº 511, pp. 815-828, 2015.
- [3] P. M. François Mollea, “Water Poverty indicators: conceptual problems and policy issues,” *Water Policy*, nº 5, pp. 529-544, 2003.
- [4] “Seca, lítio e apanha noturna de azeitona na lista do pior do ambiente para a Quercus,” *Jornal Sábado*, 27 12 2019. Available: <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/seca-litio-e-apanha-noturna-de-azeitona-na-lista-do-pior-do-ambiente-em-2019---quercu>. [Acedido em 5 janeiro 2020].
- [5] “Seca extrema aumenta em Portugal,” *Jornal de Notícias*. Available: <https://www.jn.pt/nacional/seca-extrema-aumenta-em-portugal-apesar-do-desagravamento-no-norte-e-centro-11480130.htm>. [Acedido em 2020 janeiro 2020].
- [6] “Chuva da ‘Elsa’ e ‘Fabien’ não trava seca no Sul,” *Jornal Correio da Manhã*, 4 janeiro 2020. Available: <https://www.cmjornal.pt/sociedade/detalhe/chuva-da-elsa-e-fabien-nao-trava-seca-no-sul>. [Acedido em 5 janeiro 2020].
- [7] “Washos Blog,” *Washos*, 2018. Available: <https://www.washos.com/blog/waterless-car-wash/#products>. [Acedido em 2020 janeiro 2020].
- [8] “Cosmeticd for your car,” *Mafra*, 2017. Available: <https://www.mafra.com/blog/dry-car-washing>. [Acedido em 5 janeiro 2020].



- [9] “A química das coisas,” Departamento de Química da Universidade de Aveiro & The Science Office, 2011. Available: <http://www.aquimicadascoisas.org/?episodio=a-qu%C3%ADmica-dos-detergentes>. [Acedido em 21 junho 2020].
- [10] “Detergentes,” InfoEscola, 2006. Available: <https://www.infoescola.com/produtos-quimicos/detergentes/> (acedido a 20 de junho de 2020). [Acedido em 20 junho 2020].
- [11] “Detergent Definition in Chemistry, How to Define a Detergent,” ThoughtCo., Available: <https://www.thoughtco.com/definition-of-detergent-in-chemistry-604428> (acedido a 21 de junho de 2020). [Acedido em 21 Junho 2020].
- [12] D. Dalton, “Tensoativos: química, propriedades e aplicações,” Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2011.
- [13] A. J. R. A. M. G. A. M. S. J. S. M. G. F. S. P. C. P. R. M. S. B. P. T. A. Duarte, Laboratório IV - Licenciatura em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química: ISEP, 2016/2017.
- [14] Z. Shah, “Efeito de Tensoativos na Polimerização em Emulsão,” Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- [15] “Óleos, gorduras, sabões e detergentes,” educação.química, 2015. Available: <http://educacao.globo.com/quimica/assunto/quimica-organica/oleos-gorduras-saboes-e-detergentes.html>. [Acedido em 04 outubro 2020].
- [16] W. F. E. T. O. & R. J. (. W. Tinto, “Waxes,” em *Waxes. Pharmacognosy*, 2017, pp. 433-455.
- [17] W. P. Cottom, *Waxes in Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, 2020.



- [18] A. Barros, F. Nunes e M. Costa, Manual de Boas Práticas na Produção de Cera de Abelha - Princípios Gerais, Lisboa: FNAP – Federação Nacional dos Apicultores de Portugal , 2009.
- [19] “Polir o carro com cera,” Pnucity. Available: <https://www.pnucity.com/lavagemdocarro-cera.html>. [Acedido em 4 outubro 2020].
- [20] “Encerar e polir: saiba quando e como dar um trato no carro,” AutoPapo,. Available: <https://autopapo.uol.com.br/noticia/cera-polimento-automotivo-como-fazer/>. [Acedido em 05 outubro 2020].
- [21] W. H. Y. Hui, “Automobile nano-grade cleaning agent used in waterless car washing”. China Patente CN104498211A, 18 novembro 2014.
- [22] L. Song, X. Huanhuan, L. Hongli e H. Jingguo, “The preparation method of waterless carwash liquid”. China Patente CN106190597A, 9 julho 2016.
- [23] Z. Xucheng, “Automobile waterless dry-cleaning cosmetic”. China Patente CN102373129A, 12 agosto 2010.
- [24] F. Qiaoqiong e L. Jinqing, “Automobile dry cleanig agent and preparation method therof”. China Patente CN103275821A, 25 fevereiro 2013.
- [25] R. C. Jackson e R. D. Faber, “ Automotive cleaning and protectant - composition”. Estados Unidos da América Patente US5866532A, 29 agosto 1997.
- [26] C. Shiyou, “Waterless carwash liquid”. China Patente CN104974859B, 29 junho 2015.
- [27] G. Haitao, L. Xuefeng, S. Yltei, L. Defu, Q. Xuemei, W. Shaungtian e B. Joanli, “Cleaning agent for automobile windshield”. China Patente CN101831360B, 9 março 2009.

- [28] “O que é um surfactante?,” eCycle, 2010. [Online]. Available: <https://www.ecycle.com.br/2352-surfactante> . [Acedido em 20 junho 2020].
- [29] T. G. R. G. Tiago Henrique, “Purificação do Éter Étilico,” *Seminário de Química Orgânica Experimental 1*, vol. I, 2013.
- [30] “Lavage sans EAU,” Starc, Available: <https://www.lavagesanseau.com/content/8-label-eco-lse>. [Acedido em 27 setembro 2020].
- [31] “Limoneno - Molécula da Semana,” Fciências - Ciência & Tecnologia, 31 janeiro 2013. Available: <https://www.fcencias.com/2013/01/31/molecula-da-semana-limoneno/>. [Acedido em 3 janeiro 2020].
- [32] “Substance Infocard: (R)-p-mentha-1,8-diene,” ECHA - European Chemicals Agency, Available: <https://echa.europa.eu/pt/substance-information/-/substanceinfo/100.025.284>. [Acedido em 27 setembro 2020].
- [33] “Óleos Essenciais - Limoneno,” Wagner Amambuja, 2019. Available: <https://www.oleosessenciais.org/limoneno/>. [Acedido em 27 setembro 2020].
- [34] “2-Propanol,” Merck, Available: https://www.merckmillipore.com/PT/en/product/2-Propanol,MDA_CHEM-109634?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. [Acedido em 15 dezembro 2019].
- [35] “Substance Infocard - Propan-2-ol,” ECHA - European Chemicals Agency, Available: <https://echa.europa.eu/pt/substance-information/-/substanceinfo/100.000.601>. [Acedido em 28 setembro 2020].
- [36] “Naphtha ((petroleum), hydrotreated heavy,” ECHA - European Chemicals Agency, Available: <https://echa.europa.eu/pt/substance->



information/-/substanceinfo/100.059.210. [Acedido em 7 dezembro 2019].

- [37] “Substance Infocard - Isotridecanol ethoxylated,” ECHA - European Chemicals Agency, Available: <https://echa.europa.eu/pt/substance-information/-/substanceinfo/100.105.729>. [Acedido em 28 setembro 2020].
- [38] “Ficha de Informação de Produto Químico - TRIDECANOL ETOXILADO,” Sistemas Inter, Available: https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=TRIDECANOL%20ETOXILADO. [Acedido em 15 dezembro 2019].
- [39] “EDTA, Disodium Salt, Dihydrate, Molecular Biology Grade,” Merck Millipore, 2020. Available: https://www.merckmillipore.com/PT/en/product/EDTA-Disodium-Salt-Dihydrate-Molecular-Biology-Grade-CAS-6381-92-6-Calbiochem,EMD_BIO-324503?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. [Acedido em 15 dezembro 2019].
- [40] “Ethylenediaminetetraacetic acid tetrasodium salt dihydrate,” Sigma-Aldrich, 2020. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/ed4ss?lang=pt®ion=PT>. [Acedido em 28 setembro 2020].
- [41] “O que é Trolamina (Trietanolamina),” Available: <https://www.indice.eu/pt/medicamentos/DCI/trolamina-trietanolamina/informacao-geral>. [Acedido em 8 dezembro 2019].
- [42] “Substance Inforcard - 2,2',2'' - nitrilotriethanol,” ECHA - European Chemicals Agency, 2020. Available: <https://echa.europa.eu/pt/substance-information/-/substanceinfo/100.002.773>. [Acedido em 28 setembro 2020].



- [43] “Triethanolamine,” merck Millipore, Available: https://www.merckmillipore.com/PT/en/product/Triethanolamine,MDA_CHEM-108379?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. [Acedido em 15 dezembro 2019].
- [44] “Sodium hydroxide,” Merck Millipore, Available: https://www.merckmillipore.com/PT/en/product/Sodium-hydroxide,MDA_CHEM-106498?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. [Acedido em 15 dezembro 2019].
- [45] G. D. W. M. J. O. Perry Robert H., Perry’s Chemical Engineers’ Handbook, USA: McGraw-Hill, 1997.
- [46] D. A. Skoog, F. J. Holler e T. A. Nieman, Princípios de Análise Instrumental, Bookman, 2002.
- [47] F. Martins, “Sistemas de libertação controlada de óleos essenciais: avaliação por espectroscopia de infravermelho,” *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, 2014.
- [48] “Laurilsulfato de sódio,” índice, 04 outubro 2020. Available: <https://www.indice.eu/pt/medicamentos/DCI/laurilsulfato-de-sodio/informacao-geral>. [Acedido em 05 outubro 2020].
- [49] “Substance Infocard - Sodium dodecyl sulphate,” ECHA - European Chemicals Agency, 07 julho 2020. Available: <https://echa.europa.eu/it/substance-information/-/substanceinfo/100.005.263>. [Acedido em 04 outubro 2020].
- [50] “Trietanolamina (TEA,” Angola Chemicals, Available: <https://angola-chemicals.com/sites/default/files/Trietanolamina%20-%20Angola%20Chemicals.pdf>. [Acedido em 05 outubro 2020].



- [51] H. Mutlu e M. A. R. Meier, “Castor oil as a renewable resource for the chemical industry,” *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, nº 112, pp. 10-30, 20 junho 2010.
- [52] M. Z. L. H. G. F. C. B. a. Y. Z. Puyou Jia, “Synthesis and Application of Environmental Castor Oil Based Polyol Ester Plasticizers for Poly(vinyl chloride),” *ACS Sustainable Chem. Eng*, 2015.
- [53] “1-Propanol,” Sigma-Aldrich, 2020. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/mm/100996?lang=pt®ion=PT>. [Acedido em 1 outubro 2020].
- [54] “2-Propanol,” Sigma-Aldrich, 2020. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/mm/818766?lang=pt®ion=PT>. [Acedido em 1 outubro 2020].
- [55] “Ethylenediaminetetraacetic acid tetrasodium salt dihydrate,” Sigma-Aldrich, 2020. Available: https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/e6511?lang=pt®ion=PT&gclid=CjwKCAjw2dD7BRASEiwAWCtCb7a9Rw56Qmuo5qKGGAg1NEraQOBwUeSSo978rURc6a0rReubKAgbSxoCOA0QAvD_BwE. [Acedido em 30 setembro 2020].
- [56] “Castor oil,” Merck, 2020. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/83912?lang=pt®ion=PT>. [Acedido em 16 10 2020].
- [57] “Brauheld Pur Fervedor,” Klarstein-Logo, 2020. Available: <https://www.klarstein.pt/Grandes-Eletrrodomesticos/Torneiras-de-cerveja-e-Dispensadores-de-Bebidas/Kit-cerveja-artesanal/Brauheld-Pur-Fervedor-35-L-sem-Aquecedor-Aco-Inox-35-Ltr.html>. [Acedido em 29 setembro 2020].
- [58] “DIGITAL OVERHEAD STIRRER LBX OS20 / OS40 SERIES,” Labbox, 2020. Available: <https://ien.labbox.com/product/digital-overhead-stirrer-lbx-os20-os40-series/?fbclid=IwAR2EBTkSr6CC4UVs-->

EpFq8PX7vGt_NFfLoudMTIttRUOsqv4rEDFNhrtMU. [Acedido em 29 setembro 2020].

- [59] “TOP LOADING SCALE,” Labbox, 2020. Available: <https://ien.labbox.com/product/top-loading-scale-cm-series/>. [Acedido em 3 outubro 2020].
- [60] “BEAKER, LOW FORM,” Labbox, Available: <https://ien.labbox.com/product/beaker-low-form-pmp/>. [Acedido em 3 outubro 2020].
- [61] “MEASURING CYLINDER HEXAGONAL BASE,” Labbox, 2020. Available: <https://ien.labbox.com/product/measuring-cylinder-hexagonal-base-polypropylene-class-b/>. [Acedido em 3 outubro 2020].
- [62] “Líquidos penetrantes,” Silo.Tips, 2017. Available: <https://silo.tips/download/liquidos-penetrantes>. [Acedido em 26 setembro 2020].
- [63] “UN-Water,” UN-Water, Available: <https://www.unwater.org/>. [Acedido em 3 outubro 2020].
- [64] C. Leray, em *Waxes in Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, Inc, 2006, pp. 1-25.

Anexos

A. Anexo A: Lista de Produtos

Tal como se referiu anteriormente, a *EcoCarWash* possui kits de limpeza tanto para interior, exterior e para a jantes. Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e na Tabela A- encontram-se registadas a lista de produtos disponíveis para proteção do veículo e para a lavagem do interior do mesmo. Os produtos usados na limpeza da carroçaria já foram mencionados no subcapítulo 2.3.

Tabela A-1 Lista de produtos usados para a limpeza do interior do veículo com a respetiva composição, propriedades físico-químicas e objetivo referente. Onde PE representa o Ponto de Ebulição, em °C, Pv a Pressão de vapor, em kPa e FP o Flash Point, °C. d representa a densidade e μ a viscosidade cinemática em mm²/s.

Designação	Objetivo	Composição	Propriedades
Diamond® Chrome	Proteção de cromados	10 a 25% Nafta pesada (hidrotratada) <1% R -P-menta-1,8-dieno	60°C<PE<93°C Pv = 110 Kpa d =0,96 μ < 7mm ² /s (40°C)
Diamond® Protec	Cera de Proteção	Hidrocarbonetos, C13-c18, Alcanos, n-isoalcanos, <2%aromáticos	PE > 100°C FP = 210°C Pv = 23 hPa
Nettoyant enjolveurs et jantes	Jantes de todo o tipo	<10% 2 – Butoxietanol D a 10% de Hidróxido Potássio <5% de sal de sódio do ácido etilenodiaminotetracético (


Tabela A-2 Lista de produtos usados para a limpeza do interior do veículo com a respetiva composição, propriedades físico-químicas e objetivo referente. Onde PE representa o Ponto de Ebulição, em °C, Pv a Pressão de vapor, em kPa e FP o Flash Point, °C. d representa a densidade e μ a viscosidade cinemática em mm²/s.

Designação	Objetivo	Composição	Propriedades
Diamond® Antibacterial	Eliminar odores	>2,5% C12-C16 Chlorure de <i>alkylbenzyl dimethyl ammonium</i> <2.5% Polyhexaméthylène biguanide (chlorhydrate)	pH = 6,90 PE = 100°C d = 1,00 a 20°C
Diamond® Dashbord Balm	Polimento Tablier	<1% Propan-2-ol <1% D-Limoneno	d>1 μ >7mm ² /s
Diamond® Plastics and Leather Balm	Balsamo para plásticos e couro	10-25% de hidrocarbonetos, n-alanos C- 10-C13, isoalcanos, cíclicos <2% aromáticos <1% de solução de amônio <1% de óxido de zinco	60°C < FP < 93°C Pv = 110kPa d=0.96 μ < 7mm ² /s (40°C)
Diamond® Fabrics	Tapetes e estofos	<1% quaternary ammonium compounds, <i>benzyl-C12-16-alkyldimethyl</i> <1% Quaternary ammonium compounds, <i>benzyl-C8-18-alkyldimethyl chlorides</i>	pH=13,30 d>1 solúvel em água
Diamond® Neutral (pH fragile materials)	Limpeza de couro e madeira Materiais frágeis	<1% de ácido fosfórico <1% de acetato de isopentilo <1% de D-limoneno	pH=7 d=1
Diamond® Windows (Nettoyant vitres)	Vidros	1 a 2,5% Etanol	pH=7,2 60°C < FP < 93°C d<1

B. Anexo B: Fichas Técnicas e Fichas de Segurança dos Produtos utilizados pela *EcoCarWash*

B.1 *Diamond® NET*



a) Ficha Técnica do detergente *Diamond® NET*



STAR C®
DETAILING AUTO

210 Route Nationale 6
CS 60009
69720 SAINT BONNET DE MURE
Tél. : 04 72 93 33 04
Fax. : 04 78 49 43 72
E.mail : contact@starc.fr

DIAMOND® NET

	Range	Exterior
	labeling	<p>Not concerned.</p> <p>This mixture does not present a physical hazard.</p>
	Symbol	
UN classification		
Individual protection		

DIAMOND®NET is an excellent car washing product. It gives an impeccable cleaning and a surprising shine to the vehicle. It's without danger for all the materials : lacquered, glasses, rubber. It acts with an antistatic effect. This product is without dissolving, is biodegradable, not combustible and not volatile.

With its azure blue color and its icy mint perfume, DIAMOND®NET cleans, polishes and protects the bodywork thanks to its protective film. It's a three in one product that gives a mirror effect. Ideal for recent and not much micro scratched bodyworks. Always sweep with a clean and professional quality microfiber.

Application	Conservation
<ul style="list-style-type: none"> Vaporize a small surface of the vehicle, Clean by rubbing in circular movement with a microfiber, Polish with another dry microfiber. 	<ul style="list-style-type: none"> Closed can shielded from the frost, in a dry place : 3 years Open can : 1 year
Conditionning	Item code
500 ml (sprayer)	10150500
2 liters (can)	10150002
5 liters (can)	10150005
30 liters (jerrycan)	10150030
Physical and chemical properties	
Physical state	Viscous liquid
PH	Neutral
Flash point interval	Not relevant
Vapour pressure (50°C)	Not relevant
Density	< 1
Water solubility	Dilutable

TECHNICAL DATA SHEET – STARC EUROPE – MARS 2018

Figura B-1 Digitalização da ficha técnica do detergente *Diamond® NET*.

b) Ficha de Segurança do detergente *Diamond® NET*

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.5 (28-07-2015) - Page 1/5
DIAMOND NET - STARC.003



SAFETY DATA SHEET

(REACH regulation (EC) n° 1907/2006 - n° 2015/830)

SECTION 1 : IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1. Product identifier

Product name : DIAMOND NET
Product code : STARC.003.

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses:
Waterless bodywork washing product.
Uses advised against:
No data available.

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Registered company name : STARC.
Address : 210, route Nationale 6.69720.ST BONNET DE MURE.France.
Telephone : +33 (0)4 72 93 33 04. Fax : +33 (0)4 78 49 43 72.
Email : contact@starc.fr
http://www.starceurope.fr

1.4. Emergency telephone number : +33 (0)1 45 42 59 59.

Association/Organisation : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

SECTION 2 : HAZARDS IDENTIFICATION

2.1. Classification of the substance or mixture

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.
This mixture does not present a health hazard with the exception of possible occupational exposure thresholds (see paragraphs 3 and 8).
This mixture does not present an environmental hazard. No known or foreseeable environmental damage under standard conditions of use.

2.2. Label elements

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

No labelling requirements for this mixture.

2.3. Other hazards

The mixture does not contain substances classified as 'Substances of Very High Concern' (SVHC) $\geq 0.1\%$ published by the European Chemicals Agency (ECHA) under article 57 of REACH: <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
The mixture satisfies neither the PBT nor the vPvB criteria for mixtures in accordance with annexe XIII of the REACH regulations EC 1907/2006.

SECTION 3 : COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

3.2. Mixtures

Composition :

Identification	(EC) 1272/2008	Note	%
INDEX: 603-117-00-0 CAS: 67-63-0 EC: 200-661-7 REACH: 01-2119457558-25	GHS02, GHS07 Dgr Flam. Liq. 2, H225 Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 3, H336	[1]	0 <= x % < 1
PROPAN-2-OL INDEX: 601-029-00-7 CAS: 5989-27-5 EC: 227-813-5	GHS02, GHS07, GHS09 Wng Flam. Liq. 3, H226 Skin Irrit. 2, H315	[1]	0 <= x % < 1
D-LIMONENE	Skin Sens. 1, H317 Aquatic Acute 1, H400 M Acute = 1 Aquatic Chronic 1, H410 M Chronic = 1		

Made under licence of European Label System, Software of INFODYNE (<http://www.infodyne.fr>)

Figura B-2 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® NET* (página 1 de 5).

Information on ingredients :

[1] Substance for which maximum workplace exposure limits are available.

SECTION 4 : FIRST AID MEASURES

As a general rule, in case of doubt or if symptoms persist, always call a doctor.
NEVER induce swallowing by an unconscious person.

4.1. Description of first aid measures

In the event of swallowing :

Seek medical attention, showing the label.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available.

SECTION 5 : FIREFIGHTING MEASURES

Non-flammable.

5.1. Extinguishing media

No data available.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

A fire will often produce a thick black smoke. Exposure to decomposition products may be hazardous to health.

Do not breathe in smoke.

In the event of a fire, the following may be formed :

- carbon monoxide (CO)

- carbon dioxide (CO₂)

5.3. Advice for firefighters

No data available.

SECTION 6 : ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Consult the safety measures listed under headings 7 and 8.

For first aid worker

First aid workers will be equipped with suitable personal protective equipment (See section 8).

6.2. Environmental precautions

Contain and control the leaks or spills with non-combustible absorbent materials such as sand, earth, vermiculite, diatomaceous earth in drums for waste disposal.

Prevent any material from entering drains or waterways.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Clean preferably with a detergent, do not use solvents.

6.4. Reference to other sections

No data available.

SECTION 7 : HANDLING AND STORAGE

Requirements relating to storage premises apply to all facilities where the mixture is handled.

7.1. Precautions for safe handling

Always wash hands after handling.

Fire prevention :

Prevent access by unauthorised personnel.

Recommended equipment and procedures :

For personal protection, see section 8.

Observe precautions stated on label and also industrial safety regulations.

Prohibited equipment and procedures :

No smoking, eating or drinking in areas where the mixture is used.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

No data available.

Figura B-3 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® NET* (página 2 de 5).

Packaging

Always keep in packaging made of an identical material to the original.

7.3. Specific end use(s)

No data available.

SECTION 8 : EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1. Control parameters

Occupational exposure limits :

- ACGIH TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	200 ppm	400 ppm	-	-	-

- Germany - AGW (BAuA - TRGS 900, 21/06/2010) :

CAS	VME :	VME :	Excess	Notes
67-63-0	200 ml/m3	500 mg/m3	2(II)	DFG, Y

- Belgium (Order of 19/05/2009, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- France (INRS - ED984 :2008) :

CAS	VME-ppm :	VME-mg/m3 :	VLE-ppm :	VLE-mg/m3 :	Notes :	TMP No :
67-63-0	-	-	400	980	-	84

- UK / WEL (Workplace exposure limits, EH40/2005, 2007) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- Switzerland (SUVA 2009) :

CAS	VME-mg/m3 :	VME-ppm :	VLE-mg/m3 :	VLE-ppm :	Temps :	RSB :
67-63-0	500	200	1000	400	4x15	B
5989-27-5	110	20	220	40	4x15	S

8.2. Exposure controls

Personal protection measures, such as personal protective equipment

Pictogram(s) indicating the obligation of wearing personal protective equipment (PPE) :



Use personal protective equipment that is clean and has been properly maintained.
Store personal protective equipment in a clean place, away from the work area.

Never eat, drink or smoke during use. Remove and wash contaminated clothing before re-using. Ensure that there is adequate ventilation, especially in confined areas.

- Eye / face protection

Avoid contact with eyes.

- Hand protection

Wear suitable protective gloves in the event of prolonged or repeated skin contact.

Type of gloves recommended :

- Natural latex
- Nitrile rubber (butadiene-acrylonitrile copolymer rubber (NBR))
- PVC (polyvinyl chloride)
- Butyl Rubber (Isobutylene-isoprene copolymer)

- Body protection

Work clothing worn by personnel shall be laundered regularly.

After contact with the product, all parts of the body that have been soiled must be washed.

SECTION 9 : PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1. Information on basic physical and chemical properties

General information :

Physical state :	Viscous liquid.
------------------	-----------------

Important health, safety and environmental information

pH :	Not stated.
	Neutral.

Figura B-4 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® NET* (página 3 de 5).

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) DIAMOND NET - STARC.003	Version 1.5 (28-07-2015) - Page 4/5
---	-------------------------------------

Flash point interval :	Not relevant.
Vapour pressure (50°C) :	Not relevant.
Density :	< 1
Water solubility :	Dilutable.

9.2. Other information

No data available.

SECTION 10 : STABILITY AND REACTIVITY

10.1. Reactivity

No data available.

10.2. Chemical stability

This mixture is stable under the recommended handling and storage conditions in section 7.

10.3. Possibility of hazardous reactions

No data available.

10.4. Conditions to avoid

Avoid :

- frost

10.5. Incompatible materials

No data available.

10.6. Hazardous decomposition products

The thermal decomposition may release/form :

- carbon monoxide (CO)

- carbon dioxide (CO₂)

SECTION 11 : TOXICOLOGICAL INFORMATION

11.1. Information on toxicological effects

No data available.

11.1.1. Substances

No toxicological data available for the substances.

11.1.2. Mixture

No toxicological data available for the mixture.

SECTION 12 : ECOLOGICAL INFORMATION

12.1. Toxicity

12.1.2. Mixtures

No aquatic toxicity data available for the mixture.

12.2. Persistence and degradability

No data available.

12.3. Bioaccumulative potential

No data available.

12.4. Mobility in soil

No data available.

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

No data available.

12.6. Other adverse effects

No data available.

German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

SECTION 13 : DISPOSAL CONSIDERATIONS

Proper waste management of the mixture and/or its container must be determined in accordance with Directive 2008/98/EC.

13.1. Waste treatment methods

Do not pour into drains or waterways.

Waste :

Waste management is carried out without endangering human health, without harming the environment and, in particular without risk to water, air,

soil, plants or animals.
Recycle or dispose of waste in compliance with current legislation, preferably via a certified collector or company.
Do not contaminate the ground or water with waste, do not dispose of waste into the environment.

Soiled packaging :

Empty container completely. Keep label(s) on container.
Give to a certified disposal contractor.

SECTION 14 : TRANSPORT INFORMATION

Exempt from transport classification and labelling.
Transport product in compliance with provisions of the ADR for road, RID for rail, IMDG for sea and ICAO/IATA for air transport (ADR 2015 - IMDG 2014 - ICAO/IATA 2015).

SECTION 15 : REGULATORY INFORMATION

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

- Classification and labelling information included in section 2:

The following regulations have been used:
- Regulation EC 1272/2008 modified by regulation EC 618/2012
- EU Regulation No. 1272/2008 amended by EU Regulation No. 758/2013.

- Container information:

No data available.

- Particular provisions :

No data available.

- German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

- Swiss ordinance on the incentive tax on volatile organic compounds :

67-63-0 propane-2-ol (alcool isopropylique)
5989-27-5 D-limonène ([R]-p-mentha-1,8-diene)

15.2. Chemical safety assessment

No data available.

SECTION 16 : OTHER INFORMATION

Since the user's working conditions are not known by us, the information supplied on this safety data sheet is based on our current level of knowledge and on national and community regulations.
The mixture must not be used for other uses than those specified in section 1 without having first obtained written handling instructions.
It is at all times the responsibility of the user to take all necessary measures to comply with legal requirements and local regulations.
The information in this safety data sheet must be regarded as a description of the safety requirements relating to the mixture and not as a guarantee of the properties thereof.

Wording of the phrases mentioned in section 3 :

H225	Highly flammable liquid and vapour.
H226	Flammable liquid and vapour.
H315	Causes skin irritation.
H317	May cause an allergic skin reaction.
H319	Causes serious eye irritation.
H336	May cause drowsiness or dizziness.
H400	Very toxic to aquatic life.
H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects.


Abbreviations :

ADR : European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by Road.
IMDG : International Maritime Dangerous Goods.
IATA : International Air Transport Association.
ICAO : International Civil Aviation Organisation
RID : Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail.
WGK : Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class).

Figura B-6 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® NET* (página 5 de 5).

B.2 Diamond® TROPICAL



a) Ficha Técnica do detergente Diamond® TROPICAL



STAR C
DETAILING AUTO

210 Route Nationale 6
CS 60009
69720 SAINT BONNET DE MURE
Tél. : 04 72 93 33 04
Fax. : 04 78 49 43 72
E.mail : contact@starc.fr

DIAMOND® TROPICAL

	Gamme	Saisonnier
	Etiquetage	Non concerné. Ce mélange ne présente pas de danger physique.
	Symbole	
Classification UN		
Protection individuelle		

Avec sa couleur verte et son parfum exotique banane le DIAMOND® TROPICAL est la solution au lavage en plein soleil. Sa formule innovante permet de nettoyer la carrosserie même très chaude, sans rayer et sans trace. Il donne un nettoyage impeccable et une brillance étonnante au véhicule. Il est sans danger pour tous les matériaux : laqués, plaqués, verres, caoutchouc. Il agit avec un effet antistatique. Ce produit est sans dissolvant, biodégradable, non combustible et non volatil.

DIAMOND® TROPICAL nettoie, fait briller et protège la carrosserie d'un véhicule grâce à son film protecteur. Il s'agit d'un produit 3 en 1 qui laisse un effet miroir. Il est idéal pour les carrosseries récentes et peu micro rayées.

Essayer toujours avec une microfibre propre et de qualité professionnelle.

Ce produit est fabriqué sous la norme ISO 9001. Il bénéficie également du LABEL ECO LSE car il répond à des critères stricts concernant l'impact sur l'environnement :

- Réduction de l'utilisation de l'eau
- Limitation des déchets
- Protection des sols
- Protection de la couche d'ozone

Application	Conservation
<ul style="list-style-type: none"> Vaporiser une petite surface du véhicule, Nettoyer en frottant en geste circulaire avec une microfibre, Lustrer avec une autre microfibre sèche. 	<ul style="list-style-type: none"> Bidon fermé à l'abri du gel, au sec : 3 ans Bidon ouvert : 1 an
Conditionnement	Code article
500 ml (pulvérisateur)	10110500
2 litres (bidon)	10110002
5 litres (bidon)	10110005
30 litres (jerrican)	10110030

FICHE TECHNIQUE – STARC EUROPE – MAI 2018

Figura B-7 Digitalização da ficha técnica do detergente *Diamond® Tropical*.

b) Ficha de Segurança do detergente *Diamond® TROPICAL*:

 SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.2 (15-10-2014) - Page 1/6
 DIAMOND TROPICAL - STARC.003C

SAFETY DATA SHEET

(REACH regulation (EC) n° 1907/2006 - n° 453/2010)

SECTION 1 : IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING
1.1. Product identifier

 Product name : DIAMOND TROPICAL
 Product code : STARC.003C

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Waterless bodywork washing product.

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

 Registered company name : STARC.
 Address : 210, route Nationale 6.69720 ST BONNET DE MURE France.
 Telephone : +33 (0)4 72 93 33 04. Fax : +33 (0)4 78 49 43 72.
 Email : contact@starc.fr
 http://www.starceurope.fr

1.4. Emergency telephone number : +33 (0)1 45 42 59 59.

Association/Organisation : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

SECTION 2 : HAZARDS IDENTIFICATION
2.1. Classification of the substance or mixture
In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

 This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.
 This mixture does not present a health hazard with the exception of possible occupational exposure thresholds (see paragraphs 3 and 8).
 This mixture does not present an environmental hazard. No known or foreseeable environmental damage under standard conditions of use.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

 This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.
 This mixture does not present a health hazard with the exception of possible occupational exposure thresholds (see paragraphs 3 and 8).
 This mixture does not present an environmental hazard. No known or foreseeable environmental damage under standard conditions of use.

2.2. Label elements
In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

No labelling requirements for this mixture.

2.3. Other hazards

 The mixture does not contain substances classified as 'Substances of Very High Concern' (SVHC) >= 0.1% published by the European Chemicals Agency (ECHA) under article 57 of REACH: <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
 The mixture satisfies neither the PBT nor the vPvB criteria for mixtures in accordance with annexe XIII of the REACH regulations EC 1907/2006.

SECTION 3 : COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS
3.2. Mixtures
Composition :

Identification	(EC) 1272/2008	67/548/EEC	Note	%
INDEX: 603-117-00-0 CAS: 67-63-0 EC: 200-661-7 REACH: 01-2119457558-25	GHS02, GHS07 Dgr Flam. Liq. 2, H225 Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 3, H336	Xi,F Xi,R36 F,R11 R67	[1]	0 <= x % < 1
PROPAN-2-OL INDEX: 601-029-00-7 CAS: 5989-27-5 EC: 227-813-5	GHS02, GHS07, GHS09 Wng Flam. Liq. 3, H226 Skin Irrit. 2, H315	Xi,N Xi,R38-R43 N,R50/53 R10	[1]	0 <= x % < 1
D-LIMONENE	Skin Sens. 1, H317 Aquatic Acute 1, H400			

 Made under licence of European Label System, Software of INFODYNE (<http://www.infodyne.fr>)

 Figura B-8 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® Tropical* (página 1 de 6).

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) DIAMOND TROPICAL - STARC.003C	Version 1.2 (15-10-2014) - Page 2/6
---	-------------------------------------

	M Acute = 1 Aquatic Chronic 1, H410 M Chronic = 1		
--	--	--	--

Information on ingredients :

[1] Substance for which maximum workplace exposure limits are available.

SECTION 4 : FIRST AID MEASURES

As a general rule, in case of doubt or if symptoms persist, always call a doctor.
NEVER induce swallowing by an unconscious person.

4.1. Description of first aid measures

In the event of swallowing :

Seek medical attention, showing the label.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available.

SECTION 5 : FIREFIGHTING MEASURES

Non-flammable.

5.1. Extinguishing media

No data available.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

A fire will often produce a thick black smoke. Exposure to decomposition products may be hazardous to health.
Do not breathe in smoke.

In the event of a fire, the following may be formed :

- carbon monoxide (CO)
- carbon dioxide (CO₂)

5.3. Advice for firefighters

No data available.

SECTION 6 : ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Consult the safety measures listed under headings 7 and 8.

For first aid worker

First aid workers will be equipped with suitable personal protective equipment (See section 8).

6.2. Environmental precautions

Contain and control the leaks or spills with non-combustible absorbent materials such as sand, earth, vermiculite, diatomaceous earth in drums for waste disposal.

Prevent any material from entering drains or waterways.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Clean preferably with a detergent, do not use solvents.

6.4. Reference to other sections

No data available.

SECTION 7 : HANDLING AND STORAGE

Requirements relating to storage premises apply to all facilities where the mixture is handled.

7.1. Precautions for safe handling

Always wash hands after handling.

Fire prevention :

Prevent access by unauthorised personnel.

Recommended equipment and procedures :

For personal protection, see section 8.

Observe precautions stated on label and also industrial safety regulations.

Figura B-9 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® Tropical* (página 2 de 6).

Prohibited equipment and procedures :

No smoking, eating or drinking in areas where the mixture is used.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

No data available.

Packaging

Always keep in packaging made of an identical material to the original.

7.3. Specific end use(s)

No data available.

SECTION 8 : EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1. Control parameters

Occupational exposure limits :

- ACGIH TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	200 ppm	400 ppm	-	-	-

- Germany - AGW (BAuA - TRGS 900, 21/06/2010) :

CAS	VME :	VME :	Excess	Notes
67-63-0	200 ml/m3	500 mg/m3	2(II)	DFG, Y

- Belgium (Order of 19/05/2009, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- France (INRS - ED984 :2008) :

CAS	VME-ppm :	VME-mg/m3 :	VLE-ppm :	VLE-mg/m3 :	Notes :	TMP No :
67-63-0	-	-	400	980	-	84

- UK / WEL (Workplace exposure limits, EH40/2005, 2007) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- Switzerland (SUVA 2009) :

CAS	VME-mg/m3 :	VME-ppm :	VLE-mg/m3 :	VLE-ppm :	Temps :	RSB :
67-63-0	500	200	1000	400	4x15	B
5989-27-5	110	20	220	40	4x15	S

8.2. Exposure controls

Personal protection measures, such as personal protective equipment

Pictogram(s) indicating the obligation of wearing personal protective equipment (PPE) :



Use personal protective equipment that is clean and has been properly maintained.

Store personal protective equipment in a clean place, away from the work area.

Never eat, drink or smoke during use. Remove and wash contaminated clothing before re-using. Ensure that there is adequate ventilation, especially in confined areas.

- Eye / face protection

Avoid contact with eyes.

- Hand protection

Wear suitable protective gloves in the event of prolonged or repeated skin contact.

Type of gloves recommended :

- Natural latex
- Nitrile rubber (butadiene-acrylonitrile copolymer rubber (NBR))
- PVC (polyvinyl chloride)
- Butyl Rubber (isobutylene-isoprene copolymer)

- Body protection

Work clothing worn by personnel shall be laundered regularly.

After contact with the product, all parts of the body that have been soiled must be washed.

SECTION 9 : PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1. Information on basic physical and chemical properties

General information :

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) DIAMOND TROPICAL - STARC.003C	Version 1.2 (15-10-2014) - Page 4/6
---	-------------------------------------

Physical state :	Viscous liquid.
Important health, safety and environmental information	
pH :	Not stated. Neutral.
Flash point interval :	Not relevant.
Vapour pressure (50°C) :	Not relevant.
Density :	< 1
Water solubility :	Dilutable.

9.2. Other information
No data available.

SECTION 10 : STABILITY AND REACTIVITY

- 10.1. Reactivity**
No data available.
- 10.2. Chemical stability**
This mixture is stable under the recommended handling and storage conditions in section 7.
- 10.3. Possibility of hazardous reactions**
No data available.
- 10.4. Conditions to avoid**
Avoid :
- frost
- 10.5. Incompatible materials**
No data available.
- 10.6. Hazardous decomposition products**
The thermal decomposition may release/form :
- carbon monoxide (CO)
- carbon dioxide (CO₂)

SECTION 11 : TOXICOLOGICAL INFORMATION

- 11.1. Information on toxicological effects**
No data available.
- 11.1.1. Substances**
No toxicological data available for the substances.
- 11.1.2. Mixture**
No toxicological data available for the mixture.

SECTION 12 : ECOLOGICAL INFORMATION

- 12.1. Toxicity**
- 12.1.2. Mixtures**
No aquatic toxicity data available for the mixture.
- 12.2. Persistence and degradability**
No data available.
- 12.3. Bioaccumulative potential**
No data available.
- 12.4. Mobility in soil**
No data available.
- 12.5. Results of PBT and vPvB assessment**
No data available.
- 12.6. Other adverse effects**
No data available.
- German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :**
WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

SECTION 13 : DISPOSAL CONSIDERATIONS

Proper waste management of the mixture and/or its container must be determined in accordance with Directive 2008/98/EC.

Figura B-11 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® Tropical* (página 4 de 6).

13.1. Waste treatment methods

Do not pour into drains or waterways.

Waste :

Waste management is carried out without endangering human health, without harming the environment and, in particular without risk to water, air, soil, plants or animals.

Recycle or dispose of waste in compliance with current legislation, preferably via a certified collector or company.

Do not contaminate the ground or water with waste, do not dispose of waste into the environment.

Soiled packaging :

Empty container completely. Keep label(s) on container.

Give to a certified disposal contractor.

SECTION 14 : TRANSPORT INFORMATION

Exempt from transport classification and labelling.

Transport product in compliance with provisions of the ADR for road, RID for rail, IMDG for sea and ICAO/IATA for air transport (ADR 2013 - IMDG 2012 - ICAO/IATA 2014).

SECTION 15 : REGULATORY INFORMATION

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

- Classification and labelling information included in section 2:

The following regulations have been used:

- Directive 67/548/EEC and its adaptations
- Directive 1999/45/EC and its adaptations
- Regulation EC 1272/2008 modified by regulation EC 618/2012
- EU Regulation No. 1272/2008 amended by EU Regulation No. 758/2013.

- Container information:

No data available.

- Particular provisions :

No data available.

- German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

- Swiss ordinance on the incentive tax on volatile organic compounds :

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| 67-63-0 | propane-2-ol (alcool isopropylique) |
| 5989-27-5 | D-limonène ([R]-p-mentha-1,8-diène) |

15.2. Chemical safety assessment

No data available.

SECTION 16 : OTHER INFORMATION

Since the user's working conditions are not known by us, the information supplied on this safety data sheet is based on our current level of knowledge and on national and community regulations.

The mixture must not be used for other uses than those specified in section 1 without having first obtained written handling instructions.

It is at all times the responsibility of the user to take all necessary measures to comply with legal requirements and local regulations.

The information in this safety data sheet must be regarded as a description of the safety requirements relating to the mixture and not as a guarantee of the properties thereof.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

No labelling requirements for this mixture.

Title for H, EUH and R Indications mentioned in section 3 :

H225	Highly flammable liquid and vapour.
H226	Flammable liquid and vapour.
H315	Causes skin irritation.
H317	May cause an allergic skin reaction.
H319	Causes serious eye irritation.
H336	May cause drowsiness or dizziness.
H400	Very toxic to aquatic life.
H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects.
R 10	Flammable.
R 11	Highly flammable.
R 36	Irritating to eyes.
R 38	Irritating to skin.

Figura B-12 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® Tropical* (página 5 de 6).

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) DIAMOND TROPICAL - STARC.003C	Version 1.2 (15-10-2014) - Page 6/6
---	-------------------------------------

R 43	May cause sensitisation by skin contact.
R 50/53	Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
R 67	Vapours may cause drowsiness and dizziness.


Abbreviations :

ADR : European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by Road.
IMDG : International Maritime Dangerous Goods.
IATA : International Air Transport Association.
ICAO : International Civil Aviation Organisation
RID : Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail.
WGK : Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class).

Figura B-13 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® Tropical* (página 6 de 6).

B.3 Diamond® ULTIMATE



a) Ficha Técnica do detergente Diamond® ULTIMATE



STAR C
DETAILING AUTO

210 Route Nationale 6
CS 60009
69720 SAINT BONNET DE MURE
Tél. : 04 72 93 33 04
Fax. : 04 78 49 43 72
E.mail : contact@starc.fr

DIAMOND® ULTIMATE

	Gamme	Extérieure
	Etiquetage	<p>Non concerné.</p> <p>Ce mélange ne présente pas de danger physique.</p>
	Symbole	
Classification UN		
Protection individuelle		

Le DIAMOND® ULTIMATE est un excellent produit de lavage auto pour les carrosseries mates. Il donne un nettoyage impeccable. Il est sans danger pour tous les matériaux : laqués, plaqués, verres, caoutchouc. Il agit avec un effet antistatique.

Ce produit est sans dissolvant, biodégradable, non combustible et non volatile.

Avec son bleu azur et son parfum menthe glaciale, DIAMOND® ULTIMATE nettoie, fait briller et protège la carrosserie d'un véhicule grâce à son film protecteur. Il est idéal pour les carrosseries récentes et peu micro rayées.

Essuyer toujours avec une microfibre propre et de qualité professionnelle.

Ce produit est fabriqué sous la norme ISO 9001. Il bénéficie également du LABEL ECO LSE car il répond à des critères stricts concernant l'impact sur l'environnement :

- Réduction de l'utilisation de l'eau
- Limitation des déchets
- Protection des sols
- Protection de la couche d'ozone

Application	Conservation
<ul style="list-style-type: none"> Vaporiser une petite surface du véhicule, Nettoyer en frottant en geste circulaire avec une microfibre, Lustrer avec une autre microfibre sèche. 	<ul style="list-style-type: none"> Bidon fermé à l'abri du gel, au sec : 3 ans Bidon ouvert : 1 an
Conditionnement	Code article
500 ml (pulvérisateur)	10030500
2 litres (bidon)	10030002
5 litres (bidon)	10030005
30 litres (jerrican)	10030030

FICHE TECHNIQUE – STARC EUROPE – MAI 2018

Figura B-14 Digitalização da Ficha Técnica do detergente Diamond® ULTIMATE.

b) Ficha de Segurança do detergente *Diamond® ULTIMATE*

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (RÈGLEMENT (CE) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.5 (28-07-2015) - Page 1/6
DIAMOND NET - STARC.003



FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

(Règlement REACH (CE) n° 1907/2006 - n° 2015/830)

RUBRIQUE 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/L'ENTREPRISE

1.1. Identificateur de produit

Nom du produit : DIAMOND ULTIMATE
Code du produit : STARC.1003

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisations identifiées :
Produit de lavage sans eau pour carrosserie.
Utilisations déconseillées :
Aucune donnée n'est disponible.

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Raison Sociale : STARC.
Adresse : 210, route Nationale 6.69720 ST BONNET DE MURE France.
Téléphone : +33 (0)4 72 93 33 04. Fax : +33 (0)4 78 49 43 72.
Email : contact@starc.fr
http://www.starceurope.fr

1.4. Numéro d'appel d'urgence : +33 (0)1 45 42 59 59.

Société/Organisme : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

RUBRIQUE 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS

2.1. Classification de la substance ou du mélange

Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.

Ce mélange ne présente pas de danger physique. Voir les préconisations concernant les autres produits présents dans le local.
Ce mélange ne présente pas de danger pour la santé hormis d'éventuelles valeurs limites d'exposition professionnelle (voir les rubriques 3 et 8).
Ce mélange ne présente pas de danger pour l'environnement. Aucune atteinte à l'environnement n'est connue ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.

2.2. Éléments d'étiquetage

Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.

Aucun élément d'étiquetage n'est requis pour ce mélange.

2.3. Autres dangers

Le mélange ne contient pas de 'Substances extrêmement préoccupantes' (SVHC) >= 0.1% publiées par l'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA) selon l'article 57 du REACH : <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
Le mélange ne répond pas aux critères applicables aux mélanges PBT ou vPvB, conformément à l'annexe XIII du règlement REACH (CE) n° 1907/2006.

RUBRIQUE 3 : COMPOSITION/INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

3.2. Mélanges

Composition :

Identification	(CE) 1272/2008	Nota	%
INDEX: 603-117-00-0 CAS: 67-63-0 EC: 200-661-7 REACH: 01-2119457558-25	GHS02, GHS07 Dgr Flam. Liq. 2, H225 Eye Irrit. 2, H319 STOT SE 3, H336	[1]	0 <= x % < 1
PROPANE-2-OL INDEX: 601-029-00-7 CAS: 5989-27-5 EC: 227-813-5 (R)-P-MENTHA-1,8-DIENE	GHS02, GHS07, GHS09 Wng Flam. Liq. 3, H226 Skin Irrit. 2, H315 Skin Sens. 1, H317 Aquatic Acute 1, H400 M Acute = 1	[1]	0 <= x % < 1

Made under licence of European Label System, Software of INFODYNE (<http://www.infodyne.fr>)

Figura B-15 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ULTIMATE* (página 1 de 6).

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (RÈGLEMENT (CE) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.5 (28-07-2015) - Page 2/6
DIAMOND ULTIMATE - STARC.1003

Aquatic Chronic 1, H410
M Chronic = 1

Informations sur les composants :

[1] Substance pour laquelle il existe des valeurs limites d'exposition sur le lieu de travail.

RUBRIQUE 4 : PREMIERS SECOURS

D'une manière générale, en cas de doute ou si des symptômes persistent, toujours faire appel à un médecin.
NE JAMAIS rien faire ingérer à une personne inconsciente.

4.1. Description des premiers secours

En cas d'ingestion :

Consulter un médecin en lui montrant l'étiquette.

4.2. Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Aucune donnée n'est disponible.

4.3. Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 5 : MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Non inflammable.

5.1. Moyens d'extinction

Aucune donnée n'est disponible.

5.2. Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

Un incendie produira souvent une épaisse fumée noire. L'exposition aux produits de décomposition peut comporter des risques pour la santé.

Ne pas respirer les fumées.

En cas d'incendie, peut se former :

- monoxyde de carbone (CO)
- dioxyde de carbone (CO₂)

5.3. Conseils aux pompiers

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 6 : MESURES À PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

6.1. Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

Se référer aux mesures de protection énumérées dans les rubriques 7 et 8.

Pour les secouristes

Les intervenants seront équipés d'équipements de protections individuelles appropriés (Se référer à la rubrique 8).

6.2. Précautions pour la protection de l'environnement

Contenir et recueillir les fuites avec des matériaux absorbants non combustibles, par exemple : sable, terre, vermiculite, terre de diatomées dans des fûts en vue de l'élimination des déchets.

Empêcher toute pénétration dans les égouts ou cours d'eau.

6.3. Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Nettoyer de préférence avec un détergent, éviter l'utilisation de solvants.

6.4. Référence à d'autres rubriques

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 7 : MANIPULATION ET STOCKAGE

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux ateliers où est manipulé le mélange.

7.1. Précautions à prendre pour une manipulation sans danger

Se laver les mains après chaque utilisation.

Prévention des incendies :

Interdire l'accès aux personnes non autorisées.

Equipements et procédures recommandés :

Pour la protection individuelle, voir la rubrique 8.

Observer les précautions indiquées sur l'étiquette ainsi que les réglementations de la protection du travail.

Equipements et procédures interdits :

Il est interdit de fumer, manger et boire dans les locaux où le mélange est utilisé.

Figura B-16 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*[®] *ULTIMATE* (página 2 de 6).

7.2. Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités

Aucune donnée n'est disponible.

Emballage

Toujours conserver dans des emballages d'un matériau identique à celui d'origine.

7.3. Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 8 : CONTRÔLES DE L'EXPOSITION/PROTECTION INDIVIDUELLE

8.1. Paramètres de contrôle

Valeurs limites d'exposition professionnelle :

- ACGIH TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Définition :	Critères :
67-63-0	200 ppm	400 ppm	-	-	-

- Allemagne - AGW (BAuA - TRGS 900, 21/06/2010) :

CAS	VME :	VME :	Dépassement	Remarques
67-63-0	200 ml/m3	500 mg/m3	2(lI)	DFG, Y

- Belgique (Arrêté du 19/05/2009, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Définition :	Critères :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- France (INRS - ED984 :2012) :

CAS	VME-ppm :	VME-mg/m3 :	VLE-ppm :	VLE-mg/m3 :	Notes :	TMP N° :
67-63-0	-	-	400	980	-	84

- Royaume Uni / WEL (Workplace exposure limits, EH40/2005, 2007) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Définition :	Critères :
67-63-0	400 ppm	500 ppm	-	-	-

- Suisse (SUVA 2009) :

CAS	VME-mg/m3 :	VME-ppm :	VLE-mg/m3 :	VLE-ppm :	Temps :	RSB :
67-63-0	500	200	1000	400	4x15	B
5989-27-5	110	20	220	40	4x15	S

8.2. Contrôles de l'exposition

Mesures de protection individuelle, telles que les équipements de protection individuelle

Pictogramme(s) d'obligation du port d'équipements de protection individuelle (EPI) :



Utiliser des équipements de protection individuelle propres et correctement entretenus.

Stocker les équipements de protection individuelle dans un endroit propre, à l'écart de la zone de travail.

Lors de l'utilisation, ne pas manger, boire ou fumer. Enlever et laver les vêtements contaminés avant réutilisation. Assurer une ventilation adéquate, surtout dans les endroits clos.

- Protection des yeux / du visage

Eviter le contact avec les yeux.

- Protection des mains

Porter des gants de protection appropriés en cas de contact prolongé ou répété avec la peau.

Type de gants conseillés :

- Latex naturel
- Caoutchouc Nitrile (Copolymère butadiène-acrylonitrile (NBR))
- PVC (Polychlorure de vinyle)
- Caoutchouc Butyle (Copolymère isobutylène-isoprène)

- Protection du corps

Le personnel portera un vêtement de travail régulièrement lavé.

Après contact avec le produit, toutes les parties du corps souillées devront être lavées.

RUBRIQUE 9 : PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

9.1. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

Informations générales

Etat Physique :	Liquide Visqueux.
-----------------	-------------------

Informations importantes relatives à la santé, à la sécurité et à l'environnement

Figura B-17 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ULTIMATE* (página 3 de 6).

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (RÈGLEMENT (CE) n° 1907/2006 - REACH)	Version 1.5 (28-07-2015) - Page 4/6
DIAMOND ULTIMATE - STARC.1003	

pH :	Non précisé.
	Neutre.
Intervalle de point d'éclair :	Non concerné.
Pression de vapeur (50°C) :	Non concerné.
Densité :	< 1
Hydrosolubilité :	Diluable.

9.2. Autres informations

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 10 : STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

10.1. Réactivité

Aucune donnée n'est disponible.

10.2. Stabilité chimique

Ce mélange est stable aux conditions de manipulation et de stockage recommandées dans la rubrique 7.

10.3. Possibilité de réactions dangereuses

Aucune donnée n'est disponible.

10.4. Conditions à éviter

Eviter :

- le gel

10.5. Matières incompatibles

Aucune donnée n'est disponible.

10.6. Produits de décomposition dangereux

La décomposition thermique peut dégager/former :

- monoxyde de carbone (CO)
- dioxyde de carbone (CO₂)

RUBRIQUE 11 : INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

11.1. Informations sur les effets toxicologiques

Aucune donnée n'est disponible.

11.1.1. Substances

Aucune information toxicologique n'est disponible sur les substances.

11.1.2. Mélange

Aucune information toxicologique n'est disponible sur le mélange.

RUBRIQUE 12 : INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

12.1. Toxicité

12.1.2. Mélanges

Aucune information de toxicité aquatique n'est disponible sur le mélange.

12.2. Persistance et dégradabilité

Aucune donnée n'est disponible.

12.3. Potentiel de bioaccumulation

Aucune donnée n'est disponible.

12.4. Mobilité dans le sol

Aucune donnée n'est disponible.

12.5. Résultats des évaluations PBT et vPvB

Aucune donnée n'est disponible.

12.6. Autres effets néfastes

Aucune donnée n'est disponible.

Réglementation allemande concernant la classification des dangers pour l'eau (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Comporte un danger faible pour l'eau.

RUBRIQUE 13 : CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

Une gestion appropriée des déchets du mélange et/ou de son récipient doit être déterminée conformément aux dispositions de la directive 2008/98/CE.

13.1. Méthodes de traitement des déchets

Figura B-18 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ULTIMATE* (página 4 de 6).

Ne pas déverser dans les égouts ni dans les cours d'eau.

Déchets :

La gestion des déchets se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, et notamment sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore.
Recycler ou éliminer conformément aux législations en vigueur, de préférence par un collecteur ou une entreprise agréée.
Ne pas contaminer le sol ou l'eau avec des déchets, ne pas procéder à leur élimination dans l'environnement.

Emballages souillés :

Vider complètement le récipient. Conserver l'étiquette sur le récipient.
Remettre à un éliminateur agréé.

RUBRIQUE 14 : INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Exempté du classement et de l'étiquetage Transport.

Transporter le produit conformément aux dispositions de l'ADR pour la route, du RID pour le rail, de l'IMDG pour la mer, et de l'POACI/IATA pour le transport par air (ADR 2015 - IMDG 2014 - OACI/IATA 2015).

RUBRIQUE 15 : INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

- Informations relatives à la classification et à l'étiquetage figurant dans la rubrique 2 :

Les réglementations suivantes ont été prises en compte :
- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié par le règlement (UE) n° 618/2012
- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié par le règlement (UE) n° 758/2013

- Informations relatives à l'emballage :

Aucune donnée n'est disponible.

- Dispositions particulières :

Aucune donnée n'est disponible.

- Tableaux des maladies professionnelles selon le Code du Travail français :

N° TMP	Libellé
84	Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel :
84	hydrocarbures liquides aliphatiques ou cycliques saturés ou insaturés et leurs mélanges; hydrocarbures halogénés liquides; dérivés nitrés des hydrocarbures aliphatiques; alcools, glycols, éthers de glycol; cétones; aldéhydes; éthers aliphatiques et cycliques, dont le tétrahydrofurane; esters; diméthylformamide et diméthylacétamine; acétonitrile et propionitrile; pyridine; diméthylsulfone, diméthylsulfoxyde.

- Réglementation allemande concernant la classification des dangers pour l'eau (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Comporte un danger faible pour l'eau.

- Ordonnance Suisse sur la taxe d'incitation sur les composés organiques volatils :

67-63-0 propane-2-ol (alcool isopropylique)
5989-27-5 D-limonène ([R]-p-mentha-1,8-diene)

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Aucune donnée n'est disponible.

RUBRIQUE 16 : AUTRES INFORMATIONS

Les conditions de travail de l'utilisateur ne nous étant pas connues, les informations données dans la présente fiche de sécurité sont basées sur l'état de nos connaissances et sur les réglementations tant nationales que communautaires.

Le mélange ne doit pas être utilisé à d'autres usages que ceux spécifiés en rubrique 1 sans avoir obtenu au préalable des instructions de manipulation écrites.

Il est toujours de la responsabilité de l'utilisateur de prendre toutes les mesures nécessaires pour répondre aux exigences des lois et réglementations locales.

Les informations données dans la présente fiche de données de sécurité doivent être considérées comme une description des exigences de sécurité relatives à ce mélange et non pas comme une garantie des propriétés de celui-ci.

Libellé(s) des phrases mentionnées à la rubrique 3 :

H225	Liquide et vapeurs très inflammables.
H226	Liquide et vapeurs inflammables.
H315	Provoque une irritation cutanée.
H317	Peut provoquer une allergie cutanée.
H319	Provoque une sévère irritation des yeux.
H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges.
H400	Très toxique pour les organismes aquatiques.
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Figura B-19 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ULTIMATE* (página 5 de 6).

Abréviations :

ADR : Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par la Route.
IMDG : International Maritime Dangerous Goods.
IATA : International Air Transport Association.
OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.
RID : Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail.
WGK : Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class).

Figura B-20 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*[®] *ULTIMATE* (página 6 de 6).

B.4 Diamond® CAR


a) Ficha Técnica do detergente Diamond® CAR



STAR C
DETAILING AUTO

210 Route Nationale 6
CS 60009
69720 SAINT BONNET DE MURE
Tél. : 04 72 93 33 04
Fax. : 04 78 49 43 72
E.mail : contact@starc.fr

DIAMOND® CAR – Polish rapide

	Gamme	Extérieure
	Etiquetage	DANGER GHS08
	Symbole	 GHS08 DANGER Nocif en cas d'ingestion
Classification UN	Non concerné. Ce mélange ne présente pas de danger physique.	
Protection individuelle		

Le DIAMOND CAR est un produit de lavage sans eau 4 en 1.
 Sa formule de pointe permet de nettoyer, lustrer, faire briller et protéger toutes les carrosseries.
 Son action polish rapide traite les micro rayures légères et ravive la couleur.
 C'est le produit professionnel indispensable du préparateur esthétique automobile.
 Essuyer toujours avec une microfibre propre et de qualité professionnelle.

Ce produit est fabriqué sous la norme ISO 9001.
 Il bénéficie également du LABEL ECO LSE car il répond à des critères stricts concernant l'impact sur l'environnement.

Application	Conservation
<ul style="list-style-type: none"> Vaporiser sur la carrosserie. Essuyer en effectuant des mouvements circulaires avec une microfibre. Lustrer avec une autre microfibre sèche. 	<ul style="list-style-type: none"> Bidon fermé à l'abri du gel et au sec : 3 ans Bidon ouvert : 1 an
Conditionnement	Code article
500 ml (pulvérisateur)	10160500
2 litres (bidon)	10160002
5 litres (bidon)	10160005
30 litres (jerrican)	10160030

FICHE TECHNIQUE – STARC EUROPE – MAI 2018

Figura B-21 Digitalização da ficha técnica do detergente Diamond® CAR.

b) Ficha de Segurança do detergente *Diamond® CAR*

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) Version 3.1 (29-08-2013) - Page 1/7
DIAMOND CAR - STARC.001



SAFETY DATA SHEET

(REACH regulation (EC) n° 1907/2006 - n° 453/2010)

SECTION 1 : IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1. Product identifier

Product name : DIAMOND CAR
Product code : STARC.001.

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Waterless bodywork washing product.

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Registered company name : STARC.
Address : 210, route Nationale 6.69720.ST BONNET DE MURE.France.
Telephone : +33 (0)4 72 93 33 04. Fax : +33 (0)4 78 49 43 72.
Email : contact@starc.fr
http://www.starceurope.fr

1.4. Emergency telephone number : +33 (0)1 45 42 59 59.

Association/Organisation : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

SECTION 2 : HAZARDS IDENTIFICATION

2.1. Classification of the substance or mixture

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

Repeated exposure may cause skin dryness or cracking (EUH066).
May produce an allergic reaction (EUH208).
Aspiration hazard, Category 1 (Asp. Tox. 1, H304).
Hazardous to the aquatic environment - Chronic hazard, Category 3 (Aquatic Chronic 3, H412).
This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

This mixture represents an aspiration risk due to its low viscosity: harmful (Xn, R 65).
May produce an allergic reaction.
Repeated exposure may cause skin dryness or cracking (R 66).
Aquatic environmental hazard, chronic toxicity: harmful (R 52/53).
This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.

2.2. Label elements

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

Hazard pictograms :



GHS08

Signal Word :

DANGER

Product identifiers :

EC 265-150-3

NAPHTHA (PETROLEUM), HYDROTREATED HEAVY

Additional labeling :

EUH208

Contains D-LIMONENE. May produce an allergic reaction.

Hazard statements :

H304

May be fatal if swallowed and enters airways.

H412

Harmful to aquatic life with long lasting effects.

EUH066

Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

Precautionary statements - General :

P101

If medical advice is needed, have product container or label at hand.

P102

Keep out of reach of children.

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH)
DIAMOND CAR - STARC.001

Version 3.1 (29-08-2013) - Page 2/7

P103 Read label before use.
Precautionary statements - Prevention :
P273 Avoid release to the environment.
Precautionary statements - Response :
P301 + P310 IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER or doctor/physician.
P331 Do NOT induce vomiting.
Precautionary statements - Disposal :
P501 Dispose of contents/container at a disposal facility in accordance with local regulations.

2.3. Other hazards

The mixture does not contain substances classified as 'Substances of Very High Concern' (SVHC) >= 0.1% published by the European Chemicals Agency (ECHA) under article 57 of REACH: <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
The mixture satisfies neither the PBT nor the vPvB criteria for mixtures in accordance with annexe XIII of the REACH regulations EC 1907/2006.

SECTION 3 : COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

3.2. Mixtures

Composition :

Identification	(EC) 1272/2008	67/548/EEC	Note	%
CAS: 64742-48-9 EC: 265-150-3 REACH: 01-2119457273-39	GHS08 Dgr Asp. Tox. 1, H304 EUH:066	Xn Xn;R65 R66	P	10 <= x % < 25
NAPHTHA (PETROLEUM), HYDROTREATED HEAVY				
INDEX: 601-029-00-7 CAS: 5989-27-5 EC: 227-813-5	GHS02, GHS07, GHS09 Wng Flam. Liq. 3, H226 Skin Irrit. 2, H315 Skin Sens. 1, H317 Aquatic Acute 1, H400 M Acute = 1 Aquatic Chronic 1, H410 M Chronic = 1	Xi,N Xi;R38-R43 N;R50/53 R10	[1]	0 <= x % < 1
D-LIMONENE				

Information on ingredients :

[1] Substance for which maximum workplace exposure limits are available.
Note P: The carcinogen or mutagen classification does not apply because the substance contains less than 0.1 % w/w of benzene (EINECS 200-753-7).

SECTION 4 : FIRST AID MEASURES

As a general rule, in case of doubt or if symptoms persist, always call a doctor.
NEVER induce swallowing by an unconscious person.

4.1. Description of first aid measures

In the event of exposure by inhalation :

In the event of an allergic reaction, seek medical attention.
In the event of inhalation, move patient to the open air. Keep warm and at rest.
If breathing is irregular or has stopped, proceed with artificial respiration and seek medical attention.

In the event of splashes or contact with eyes :

Wash thoroughly with soft, clean water for 15 minutes holding the eyelids open.

In the event of splashes or contact with skin :

Remove contaminated clothing and wash the skin thoroughly with soap and water or a recognised cleaner.
Watch out for any remaining product between skin and clothing, watches, shoes, etc.
In the event of an allergic reaction, seek medical attention.
If the contaminated area is widespread and/or there is damage to the skin, a doctor must be consulted or the patient transferred to hospital.

In the event of swallowing :

Do not give the patient anything orally.
In the event of swallowing, if the quantity is small (no more than one mouthful), rinse the mouth with water and consult a doctor.
Seek medical attention, showing the label.

Figura B-23 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*® CAR (página 2 de 7).

If swallowed accidentally, call a doctor to ascertain whether observation and hospital care will be necessary. Show the label.
If swallowed accidentally, do not allow to drink, do not induce vomiting and transfer to hospital immediately by ambulance. Show the label to the doctor.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available.

SECTION 5 : FIREFIGHTING MEASURES

Non-flammable.

5.1. Extinguishing media

Suitable methods of extinction

In the event of a fire, use :

- sprayed water or water mist
- foam
- multipurpose ABC powder
- BC powder
- carbon dioxide (CO₂)

Unsuitable methods of extinction

In the event of a fire, do not use :

- water jet

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

A fire will often produce a thick black smoke. Exposure to decomposition products may be hazardous to health.

Do not breathe in smoke.

In the event of a fire, the following may be formed :

- carbon monoxide (CO)
- carbon dioxide (CO₂)

5.3. Advice for firefighters

Due to the toxicity of the gas emitted on thermal decomposition of the products, fire-fighting personnel are to be equipped with autonomous insulating breathing apparatus.

SECTION 6 : ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Consult the safety measures listed under headings 7 and 8.

For non first aid worker

Avoid any contact with the skin and eyes.

For first aid worker

First aid workers will be equipped with suitable personal protective equipment (See section 8).

6.2. Environmental precautions

Contain and control the leaks or spills with non-combustible absorbent materials such as sand, earth, vermiculite, diatomaceous earth in drums for waste disposal.

Prevent any material from entering drains or waterways.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Clean preferably with a detergent, do not use solvents.

6.4. Reference to other sections

No data available.

SECTION 7 : HANDLING AND STORAGE

Requirements relating to storage premises apply to all facilities where the mixture is handled.

7.1. Precautions for safe handling

Always wash hands after handling.

Remove and wash contaminated clothing before re-using.

Ensure that there is adequate ventilation, especially in confined areas.

Fire prevention :

Handle in well-ventilated areas.

Never inhale this mixture.

Prevent access by unauthorised personnel.

Figura B-24 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*® CAR (página 3 de 7).

Recommended equipment and procedures :

For personal protection, see section 8.
Observe precautions stated on label and also industrial safety regulations.
Packages which have been opened must be reclosed carefully and stored in an upright position.

Prohibited equipment and procedures :

No smoking, eating or drinking in areas where the mixture is used.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

No data available.

Storage

Keep out of reach of children.
Keep the container tightly closed in a dry, well-ventilated place.
Keep away from food and drink, including those for animals.
The floor must be impermeable and form a collecting basin so that, in the event of an accidental spillage, the liquid cannot spread beyond this area.

Packaging

Always keep in packaging made of an identical material to the original.

7.3. Specific end use(s)

No data available.

SECTION 8 : EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1. Control parameters

No data available.

Occupational exposure limits :

- Switzerland (SUVA 2009) :

CAS	VME-mg/m3 :	VME-ppm :	VLE-mg/m3 :	VLE-ppm :	Temps :	RSB :
5989-27-5	110	20	220	40	4x15	S

8.2. Exposure controls

Personal protection measures, such as personal protective equipment

Pictogram(s) indicating the obligation of wearing personal protective equipment (PPE) :



Use personal protective equipment that is clean and has been properly maintained.
Store personal protective equipment in a clean place, away from the work area.
Never eat, drink or smoke during use. Remove and wash contaminated clothing before re-using. Ensure that there is adequate ventilation, especially in confined areas.

- Eye / face protection

Avoid contact with eyes.
Use eye protectors designed to protect against liquid splashes
Before handling, wear safety goggles in accordance with standard EN166.

- Hand protection

Use suitable protective gloves that are resistant to chemical agents in accordance with standard EN374.
Gloves must be selected according to the application and duration of use at the workstation.
Protective gloves need to be selected according to their suitability for the workstation in question : other chemical products that may be handled, necessary physical protections (cutting, pricking, heat protection), level of dexterity required.
Type of gloves recommended :
- PVA (Polyvinyl alcohol)
Recommended properties :
- Impervious gloves in accordance with standard EN374

- Body protection

Avoid skin contact.
Wear suitable protective clothing.
Suitable type of protective clothing :
In the event of substantial spatter, wear liquid-tight protective clothing against chemical risks (type 3) in accordance with EN14605 to prevent skin contact.
In the event of a risk of splashing, wear protective clothing against chemical risks (type 6) in accordance with EN13034 to prevent skin contact.
Work clothing worn by personnel shall be laundered regularly.
After contact with the product, all parts of the body that have been soiled must be washed.

Figura B-25 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*® CAR (página 4 de 7).

SECTION 9 : PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1. Information on basic physical and chemical properties

General information :

Physical state :	Fluid liquid.
Colour:	Amber.

Important health, safety and environmental information

pH :	Not relevant.
Flash Point Interval :	60°C < PE <= 93°C
Vapour pressure (50°C) :	Below 110 kPa (1.10 bar).
Density :	0.96
Water solubility :	Soluble.
Viscosity:	v < 7 mm ² /s (40°C)

9.2. Other information

No data available.

SECTION 10 : STABILITY AND REACTIVITY

10.1. Reactivity

No data available.

10.2. Chemical stability

This mixture is stable under the recommended handling and storage conditions in section 7.

10.3. Possibility of hazardous reactions

When exposed to high temperatures, the mixture can release hazardous decomposition products, such as carbon monoxide and dioxide, fumes and nitrogen oxide.

10.4. Conditions to avoid

Avoid :
- flames and hot surfaces
- heat

10.5. Incompatible materials

Keep away from :
- strong acids
- oxidising agents

10.6. Hazardous decomposition products

The thermal decomposition may release/form :
- carbon monoxide (CO)
- carbon dioxide (CO₂)

SECTION 11 : TOXICOLOGICAL INFORMATION

11.1. Information on toxicological effects

Exposure to vapours from solvents in the mixture in excess of the stated occupational exposure limit may result in adverse health effects such as mucous membrane and respiratory system irritation and adverse effects on kidney, liver and central nervous system.

Symptoms produced will include headaches, numbness, dizziness, fatigue, muscular asthenia and, in extreme cases, loss of consciousness.

Repeated or prolonged contact with the mixture may cause removal of natural oil from the skin resulting in non-allergic contact dermatitis and absorption through the skin.

Splashes in the eyes may cause irritation and reversible damage

Aspiration toxicity includes severe acute effects such as chemical pneumonia, varying degrees of pulmonary injury or death following aspiration.

11.1.1. Substances

No toxicological data available for the substances.

11.1.2. Mixture

Acute toxicity :

Species : Rat
LD50 > 2000 mg/kg
Species : Rabbit
LD50 > 2000 mg/kg

Respiratory or skin sensitisation :

Contains at least one sensitising substance. May cause an allergic reaction.

Aspiration hazard :

Figura B-26 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*® CAR (página 5 de 7).

May be fatal if swallowed and enters airways.
Aspiration toxicity includes severe acute effects such as chemical pneumonia, varying degrees of pulmonary injury or death following aspiration.
Monograph(s) from the IARC (International Agency for Research on Cancer) :
CAS 5989-27-5 : IARC Group 3 : The agent is not classifiable as to its carcinogenicity to humans.
CAS 5989-27-5 : IARC Group 3 : The agent is not classifiable as to its carcinogenicity to humans.

SECTION 12 : ECOLOGICAL INFORMATION

Harmful to aquatic life with long lasting effects.
The product must not be allowed to run into drains or waterways.

12.1. Toxicity

12.1.2. Mixtures

No aquatic toxicity data available for the mixture.

12.2. Persistence and degradability

No data available.

12.3. Bioaccumulative potential

No data available.

12.4. Mobility in soil

No data available.

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

No data available.

12.6. Other adverse effects

No data available.

German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

SECTION 13 : DISPOSAL CONSIDERATIONS

Proper waste management of the mixture and/or its container must be determined in accordance with Directive 2008/98/EC.

13.1. Waste treatment methods

Do not pour into drains or waterways.

Waste :

Waste management is carried out without endangering human health, without harming the environment and, in particular without risk to water, air, soil, plants or animals.

Recycle or dispose of waste in compliance with current legislation, preferably via a certified collector or company.

Do not contaminate the ground or water with waste, do not dispose of waste into the environment.

Soiled packaging :

Empty container completely. Keep label(s) on container.

Give to a certified disposal contractor.

SECTION 14 : TRANSPORT INFORMATION

Exempt from transport classification and labelling.

Transport product in compliance with provisions of the ADR for road, RID for rail, IMDG for sea and ICAO/IATA for air transport (ADR 2013 - IMDG 2012 - ICAO/IATA 2013).

SECTION 15 : REGULATORY INFORMATION

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

- Classification and labelling information included in section 2:

The following regulations have been used:

- Directive 67/548/EEC and its adaptations
- Directive 1999/45/EC and its adaptations
- Regulation EC 1272/2008 modified by regulation EC 618/2012

- Container information:

Packaging to be fitted with child-resistant fastenings (see EC Regulation No. 1272/2008, Annex II, Part 3).

Containers to be fitted with a tactile warning of danger (see EC Regulation No. 1272/2008, Annex II, Part 3).

- Particular provisions :

No data available.

Figura B-27 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*[®] CAR (página 6 de 7).

- German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

- Swiss ordinance on the incentive tax on volatile organic compounds :

5989-27-5 D-limonène ([R]-p-mentha-1,8-diène)

15.2. Chemical safety assessment

No data available.

SECTION 16 : OTHER INFORMATION

Since the user's working conditions are not known by us, the information supplied on this safety data sheet is based on our current level of knowledge and on national and community regulations.

The mixture must not be used for other uses than those specified in section 1 without having first obtained written handling instructions.

It is at all times the responsibility of the user to take all necessary measures to comply with legal requirements and local regulations.

The information in this safety data sheet must be regarded as a description of the safety requirements relating to the mixture and not as a guarantee of the properties thereof.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

Hazard symbols :



Harmful

Contains :

Contains 601-029-00-7 D-LIMONENE. May produce an allergic reaction.
EC 265-150-3 NAPHTHA (PETROLEUM), HYDROTREATED HEAVY

Risk phrase :

R 52/53 Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

R 65 Harmful: may cause lung damage if swallowed.

R 66 Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

Safety phrase :

S 2 Keep out of the reach of children.

S 62 If swallowed, do not induce vomiting: seek medical advice immediately and show this container or label.

S 23 Do not breathe vapour.

S 24 Avoid contact with skin.

Title for H, EUH and R indications mentioned in section 3 :

H226	Flammable liquid and vapour.
H304	May be fatal if swallowed and enters airways.
H315	Causes skin irritation.
H317	May cause an allergic skin reaction.
H400	Very toxic to aquatic life.
H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects.
EUH066	Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.
R 10	Flammable.
R 38	Irritating to skin.
R 43	May cause sensitisation by skin contact.
R 50/53	Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
R 65	Harmful: may cause lung damage if swallowed.
R 66	Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

Abbreviations :

ADR : European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by Road.

IMDG : International Maritime Dangerous Goods.

IATA : International Air Transport Association.

ICAO : International Civil Aviation Organisation


RID : Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail.

WGK : Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class).

GHS08 : Health hazard

B.5 Diamond® ENGINE




a) Ficha Técnica do detergente *Diamond® ENGINE*



STAR C®
DETAILING AUTO

210 Route Nationale 6
CS 60009
69720 SAINT BONNET DE MURE
Tél. : 04 72 93 33 04
Fax. : 04 78 49 43 72
E.mail : contact@starc.fr

NETTOYANT MOTEUR

	Gamme	Extérieure
	Etiquetage	DANGER GHS05
	Symbole	 GHS05 DANGER
Classification UN	UN3266= LIQUIDE INORGANIQUE CORROSIF, BASIQUE, N.S.A. (hydroxyde de sodium) Classe 8 - GEII	
Protection individuelle		

Le NETTOYANT MOTEUR permet de dégraisser le châssis et le moteur d'un véhicule.
 A utiliser de préférence avec un pistolet Cyclone.
 Essuyer toujours avec une microfibre propre et de qualité professionnelle.

Ce produit est fabriqué sous la norme ISO 9001. Il bénéficie également du LABEL ECO LSE car il répond à des critères stricts concernant l'impact sur l'environnement :

- Réduction de l'utilisation de l'eau
- Limitation des déchets
- Protection des sols
- Protection de la couche d'ozone

Application	Conservation
<ul style="list-style-type: none"> Vaporiser une petite surface du véhicule, Nettoyer en frottant en geste circulaire avec une microfibre, Lustrer avec une autre microfibre sèche. 	<ul style="list-style-type: none"> Bidon fermé à l'abri du gel, au sec : 3 ans Bidon ouvert : 1 an
Conditionnement	Code article
500 ml (pulvérisateur)	10200500
2 litres (bidon)	10200002
5 litres (bidon)	10200005
30 litres (jerrican)	10200030

FICHE TECHNIQUE – STARC EUROPE – MAI 2018

Figura B-29 Digitalização da ficha técnica do detergente *Diamond® ENGINE*.

b) Ficha de Segurança do detergente *Diamond® ENGINE*:

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.3 (25-11-2014) - Page 1/7
 DIAMOND ENGINE - STARC.015.2



SAFETY DATA SHEET

(REACH regulation (EC) n° 1907/2006 - n° 453/2010)

SECTION 1 : IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1. Product identifier

Product name : DIAMOND ENGINE
 Product code : STARC.015.2.

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Industrial degreaser.

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Registered company name : STARC.
 Address : 210, route Nationale 6.69720.ST BONNET DE MURE.France.
 Telephone : +33 (0)4 72 93 33 04. Fax : +33 (0)4 78 49 43 72.
 Email : contact@starc.fr
 http://www.starceurope.fr

1.4. Emergency telephone number : +33 (0)1 45 42 59 59.

Association/Organisation : INRS / ORFILA http://www.centres-antipoison.net.

SECTION 2 : HAZARDS IDENTIFICATION

2.1. Classification of the substance or mixture

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

Skin corrosion, Category 1A (Skin Corr. 1A, H314).
 This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.
 This mixture does not present an environmental hazard. No known or foreseeable environmental damage under standard conditions of use.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

Corrosive (C, R 35).
 This mixture does not present a physical hazard. Refer to the recommendations regarding the other products present on the site.
 This mixture does not present a health hazard with the exception of possible occupational exposure thresholds (see paragraphs 3 and 8).
 This mixture does not present an environmental hazard. No known or foreseeable environmental damage under standard conditions of use.

2.2. Label elements

In compliance with EC regulation No. 1272/2008 and its amendments.

Hazard pictograms :



GHS05

Signal Word :

DANGER

Hazard statements :

H314 Causes severe skin burns and eye damage.

Precautionary statements - Prevention :

P260 Do not breathe vapours.

P280 Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.

Precautionary statements - Response :

P301 + P330 + P331 IF SWALLOWED: rinse mouth. Do NOT induce vomiting.

P303 + P361 + P353 IF ON SKIN (or hair): Remove/Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower.

P304 + P340 IF INHALED: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing.

P305 + P351 + P338 IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.

P363 Wash contaminated clothing before reuse.

Figura B-30 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ENGINE* (página 1 de 7).

Precautionary statements - Disposal :

P501 Dispose of contents/container at a disposal facility in accordance with local regulations.

2.3. Other hazards

The mixture does not contain substances classified as 'Substances of Very High Concern' (SVHC) $\geq 0.1\%$ published by the European Chemicals Agency (ECHA) under article 57 of REACH: <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
The mixture satisfies neither the PBT nor the vPvB criteria for mixtures in accordance with annex XIII of the REACH regulations EC 1907/2006.

SECTION 3 : COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

3.2. Mixtures

Composition :

Identification	(EC) 1272/2008	67/548/EEC	Note	%
CAS: 69011-36-5 EC: 500-241-6 ISOTRIDECANOL, ETHOXYLATED	GHS07, GHS05 Dgr Acute Tox. 4, H302 Eye Dam. 1, H318	Xn Xn;R22 Xi;R41		1 \leq x % < 2.5
CAS: 10378-23-1 EDTA TETRASODIUM SALT DIHYDRATE	GHS07, GHS05 Dgr Acute Tox. 4, H302 Eye Dam. 1, H318	Xn Xn;R22 Xi;R41		1 \leq x % < 2.5
INDEX: 011-002-00-6 CAS: 1310-73-2 EC: 215-185-5 REACH: 01-2119457892-27 SODIUM HYDROXIDE	GHS05 Dgr Skin Corr. 1A, H314	C C;R35	[1]	0 \leq x % < 1
CAS: 102-71-6 EC: 203-049-8 2,2',2"-NITRILOTRIE THANOL	GHS05 Dgr Eye Dam. 1, H318	Xi Xi;R41	[1]	0 \leq x % < 1

Information on ingredients :

[1] Substance for which maximum workplace exposure limits are available.

SECTION 4 : FIRST AID MEASURES

As a general rule, in case of doubt or if symptoms persist, always call a doctor.
NEVER induce swallowing by an unconscious person.

4.1. Description of first aid measures

In the event of splashes or contact with eyes :

Wash thoroughly with soft, clean water for 15 minutes holding the eyelids open.
Regardless of the initial state, refer the patient to an ophthalmologist and show him the label.

In the event of splashes or contact with skin :

Remove any soiled or splashed clothing immediately.
Watch out for any remaining product between skin and clothing, watches, shoes, etc.
If the contaminated area is widespread and/or there is damage to the skin, a doctor must be consulted or the patient transferred to hospital.

In the event of swallowing :

Do not give the patient anything orally.
Seek medical attention immediately, showing the label.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available.

SECTION 5 : FIREFIGHTING MEASURES

Non-flammable.

5.1. Extinguishing media

No data available.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

A fire will often produce a thick black smoke. Exposure to decomposition products may be hazardous to health.
Do not breathe in smoke.

5.3. Advice for firefighters

No data available.

SECTION 6 : ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Consult the safety measures listed under headings 7 and 8.

For non first aid worker

Avoid any contact with the skin and eyes.

For first aid worker

First aid workers will be equipped with suitable personal protective equipment (See section 8).

6.2. Environmental precautions

Contain and control the leaks or spills with non-combustible absorbent materials such as sand, earth, vermiculite, diatomaceous earth in drums for waste disposal.

Prevent any material from entering drains or waterways.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Neutralise with an acidic decontaminant.

If the ground is contaminated, once the product has been recovered by sponging with an inert and non-combustible absorbent material, wash the contaminated area in plenty of water.

Clean preferably with a detergent, do not use solvents.

6.4. Reference to other sections

No data available.

SECTION 7 : HANDLING AND STORAGE

Requirements relating to storage premises apply to all facilities where the mixture is handled.

7.1. Precautions for safe handling

Always wash hands after handling.

Remove and wash contaminated clothing before re-using.

Emergency showers and eye wash stations will be required in facilities where the mixture is handled constantly.

Fire prevention :

Prevent access by unauthorised personnel.

Recommended equipment and procedures :

For personal protection, see section 8.

Observe precautions stated on label and also industrial safety regulations.

Prohibited equipment and procedures :

No smoking, eating or drinking in areas where the mixture is used.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

No data available.

Packaging

Always keep in packaging made of an identical material to the original.

7.3. Specific end use(s)

No data available.

SECTION 8 : EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1. Control parameters

Occupational exposure limits :

- ACGIH TLV (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold Limit Values, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
1310-73-2	-	-	2 mg/m ³	-	-
102-71-6	5 mg/m ³	-	-	-	-

- Belgium (Order of 19/05/2009, 2010) :

CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :
1310-73-2	2 mg/m ³	-	-	-	-

Figura B-32 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ENGINE* (página 5 de 7).

SAFETY DATA SHEET (REGULATION (EC) n° 1907/2006 - REACH) Version 1.3 (25-11-2014) - Page 4/7
DIAMOND ENGINE - STARC.015.2

102-71-6	5 mg/m3	-	-	-	-	-
- France (INRS - ED984 :2008) :						
CAS	VME-ppm :	VME-mg/m3 :	VLE-ppm :	VLE-mg/m3 :	Notes :	TMP No :
1310-73-2	-	2	-	-	-	-
- UK / WEL (Workplace exposure limits, EH40/2005, 2007) :						
CAS	TWA :	STEL :	Ceiling :	Definition :	Criteria :	
1310-73-2	-	2 mg/m3	-	-	-	
- Switzerland (SUVA 2009) :						
CAS	VME-mg/m3 :	VME-ppm :	VLE-mg/m3 :	VLE-ppm :	Temps :	RSB :
1310-73-2	2i	-	2i	-	15 min	-

8.2. Exposure controls

Personal protection measures, such as personal protective equipment

Pictogram(s) indicating the obligation of wearing personal protective equipment (PPE) :



Use personal protective equipment that is clean and has been properly maintained.
Store personal protective equipment in a clean place, away from the work area.
Never eat, drink or smoke during use. Remove and wash contaminated clothing before re-using. Ensure that there is adequate ventilation, especially in confined areas.

- Eye / face protection

Avoid contact with eyes.
In the event of high danger, protect the face with a face shield.
Prescription glasses are not considered as protection.
Provide eyewash stations in facilities where the product is handled constantly.

- Hand protection

Wear suitable protective gloves in the event of prolonged or repeated skin contact.
Use suitable protective gloves that are resistant to chemical agents in accordance with standard EN374.
Gloves must be selected according to the application and duration of use at the workstation.
Protective gloves need to be selected according to their suitability for the workstation in question : other chemical products that may be handled, necessary physical protections (cutting, pricking, heat protection), level of dexterity required.
Type of gloves recommended :
- Natural latex
- Nitrile rubber (butadiene-acrylonitrile copolymer rubber (NBR))
- PVC (polyvinyl chloride)
- Butyl Rubber (Isobutylene-isoprene copolymer)
Recommended properties :
- Impervious gloves in accordance with standard EN374

- Body protection

Avoid skin contact.
Wear suitable protective clothing.
Suitable type of protective clothing :
Wear suitable protective clothing, in particular overalls and boots. These items must be kept in good condition and cleaned after use.
Work clothing worn by personnel shall be laundered regularly.
After contact with the product, all parts of the body that have been soiled must be washed.

SECTION 9 : PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1. Information on basic physical and chemical properties

General information :

Physical state :	Fluid liquid.
Important health, safety and environmental information	
pH :	13.00 . Strongly basic.
Flash point interval :	Not relevant.
Vapour pressure (50°C) :	Not relevant.
Density :	> 1
Water solubility :	Dilutable.

9.2. Other information

No data available.

Figura B-33 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ENGINE* (página 4 de 7).

SECTION 10 : STABILITY AND REACTIVITY

10.1. Reactivity

No data available.

10.2. Chemical stability

This mixture is stable under the recommended handling and storage conditions in section 7.

10.3. Possibility of hazardous reactions

No data available.

10.4. Conditions to avoid

Avoid :

- frost

10.5. Incompatible materials

Keep away from :

- acids

10.6. Hazardous decomposition products

No data available.

SECTION 11 : TOXICOLOGICAL INFORMATION

11.1. Information on toxicological effects

May cause irreversible damage to the skin; namely, visible necrosis through the epidermis and into the dermis, following exposure for up to three minutes.

Corrosive reactions are typified by ulcers, bleeding, bloody scabs, and, by the end of observation at 14 days, by discolouration due to blanching of the skin, complete areas of alopecia, and scars.

11.1.1. Substances

Acute toxicity :

EDTA TETRASODIUM SALT DIHYDRATE (CAS: 10378-23-1)

Oral route : 300 < LD50 <= 2000 mg/kg

11.1.2. Mixture

Skin corrosion/skin irritation :

Corrosive classification is based on an extreme pH value.

SECTION 12 : ECOLOGICAL INFORMATION

12.1. Toxicity

12.1.2. Mixtures

No aquatic toxicity data available for the mixture.

12.2. Persistence and degradability

No data available.

12.3. Bioaccumulative potential

No data available.

12.4. Mobility in soil

No data available.

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

No data available.

12.6. Other adverse effects

No data available.

German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

SECTION 13 : DISPOSAL CONSIDERATIONS

Proper waste management of the mixture and/or its container must be determined in accordance with Directive 2008/98/EC.

13.1. Waste treatment methods

Do not pour into drains or waterways.

Waste :

Figura B-34 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond*® *ENGINE* (página 5 de 7).

Waste management is carried out without endangering human health, without harming the environment and, in particular without risk to water, air, soil, plants or animals.

Recycle or dispose of waste in compliance with current legislation, preferably via a certified collector or company.

Do not contaminate the ground or water with waste, do not dispose of waste into the environment.

Soiled packaging :

Empty container completely. Keep label(s) on container.

Give to a certified disposal contractor.

SECTION 14 : TRANSPORT INFORMATION

Transport product in compliance with provisions of the ADR for road, RID for rail, IMDG for sea and ICAO/IATA for air transport (ADR 2013 - IMDG 2012 - ICAO/IATA 2014).

14.1. UN number

3266

14.2. UN proper shipping name

UN3266=CORROSIVE LIQUID, BASIC, INORGANIC, N.O.S.
(sodium hydroxide)

14.3. Transport hazard class(es)

- Classification :



8

14.4. Packing group

II

14.5. Environmental hazards

-

14.6. Special precautions for user

ADR/RID	Class	Code	Pack gr.	Label	Ident.	LQ	Provis.	EQ	Cat.	Tunnel
	8	C5	II	8	80	1 L	274	E2	2	E
IMDG	Class	2°Label	Pack gr.	LQ	EMS	Provis.	EQ			
	8	-	II	1 L	F-A,S-B	274	E2			
IATA	Class	2°Label	Pack gr.	Passager	Passager	Cargo	Cargo	note	EQ	
	8	-	II	851	1 L	855	30 L	A3 A803	E2	
	8	-	II	Y840	0.5 L	-	-	A3 A803	E2	

For limited quantities, see part 2.7 of the OACI/IATA and chapter 3.4 of the ADR and IMDG.

For excepted quantities, see part 2.6 of the OACI/IATA and chapter 3.5 of the ADR and IMDG.

14.7. Transport in bulk according to Annex II of MARPOL73/78 and the IBC Code

No data available.

SECTION 15 : REGULATORY INFORMATION

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

- Classification and labelling information included in section 2:

The following regulations have been used:

- Directive 67/548/EEC and its adaptations
- Directive 1999/45/EC and its adaptations
- Regulation EC 1272/2008 modified by regulation EC 618/2012
- EU Regulation No. 1272/2008 amended by EU Regulation No. 758/2013.

- Container information:

No data available.

- Particular provisions :

No data available.

- German regulations concerning the classification of hazards for water (WGK) :

WGK 1 (VwVwS vom 27/07/2005, KBws) : Slightly hazardous for water.

15.2. Chemical safety assessment

No data available.

SECTION 16 : OTHER INFORMATION

Since the user's working conditions are not known by us, the information supplied on this safety data sheet is based on our current level of knowledge and on national and community regulations.

The mixture must not be used for other uses than those specified in section 1 without having first obtained written handling instructions.

It is at all times the responsibility of the user to take all necessary measures to comply with legal requirements and local regulations.

The information in this safety data sheet must be regarded as a description of the safety requirements relating to the mixture and not as a guarantee of the properties thereof.

In compliance with directives 67/548/EEC, 1999/45/EC and their amendments.

Hazard symbols :



Corrosive

Contains :

011-002-00-6 SODIUM HYDROXIDE

Risk phrase :

R 35 Causes severe burns.

Safety phrase :

S 26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

S 36/37/39 Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection.

S 45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).

S 60 This material and its container must be disposed of as hazardous waste.

Title for H, EUH and R indications mentioned in section 3 :

H302	Harmful if swallowed.
H314	Causes severe skin burns and eye damage.
H318	Causes serious eye damage.
R 22	Harmful if swallowed.
R 35	Causes severe burns.
R 41	Risk of serious damage to eyes.

Abbreviations :

ADR : European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by Road.

IMDG : International Maritime Dangerous Goods.

IATA : International Air Transport Association.

ICAO : International Civil Aviation Organisation

RID : Regulations concerning the International carriage of Dangerous goods by rail.

WGK : Wassergefährdungsklasse (Water Hazard Class).

GHS05 : Corrosion

Figura B-36 Digitalização da ficha segurança do detergente *Diamond® ENGINE* (página 7 de 7).

C. Anexo C: Caracterização físico-química dos detergentes utilizados pela *EcoCarWash*

Tal como referido no capítulo 3, foi realizada uma caracterização físico-química dos detergentes *Diamond® NET* (concentrado e diluído) e *Diamond® Tropical* diluído. Na Tabela C-1 encontra-se as determinações dos valores de pH para estes detergentes.

Tabela C-1 Determinação dos valores médios de pH para os detergentes em estudo.

Medição	<i>Diamond® TROPICAL</i>	<i>Diamond® NET</i> diluído	<i>Diamond® NET</i> Concentrado
1	5,62	5,09	4,11
2	5,63	5,11	4,12
3	5,62	5,09	4,11
Média	5,62	5,10	4,11

Seguidamente, apresenta-se um exemplo de cálculo do valor médio de pH para o detergente *Diamond® Tropical*:

$$\frac{5,62+5,63+5,62}{3} = 5,62 \quad \text{Equação C-1}$$

É de salientar que para o detergente *Diamond® NET* diluído e concentrado o cálculo foi feito da mesma forma.

Para a determinação dos valores de densidade, começou-se por determinar o volume rigoroso do picnómetro, para isso pesou-se o picnómetro vazio e o picnómetro com água. Os dados obtidos encontram-se na Tabela C-2.

Tabela C-2 Dados obtidos para determinação do volume rigoroso do picnómetro.

	m Picnómetro, g	m Picnómetro+água, g
	14,2136	41,7179
	14,2137	41,7178
	14,2137	41,7178
	14,2136	41,7178
Média	14,2137	41,7178

Assim, a massa de água é dada por:

$$m_{\text{picnómetro+água}} - m_{\text{picnómetro}} = 41,7178 - 14,2137 = 27,5041 \text{ g} \quad \text{Equação C-2}$$

Sabendo que a 25°C, a massa volúmica da água é $0,99708 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ [45], o volume de água é dado por:

$$V_{\text{água}} = m_{\text{água}} \div \rho_{\text{água}} = 0,9971 \div 27,5041 = 27,58 \text{ cm}^3 \quad \text{Equação C-3}$$

O volume de água corresponde à capacidade, em mL, do picnómetro usado.

Seguidamente, voltou-se a pesar o picnómetro vazio e o picnómetro com o detergente, fez-se a média dos resultados e tendo em conta capacidade de 27,58mL do picnómetro utilizado calculou-se os valores de densidades para os três produtos em estudo. Os dados referentes às determinações das massas volúmicas encontram-se na Tabela C-3.

Tabela C-3 Determinação da massa volúmica, em g/mL, dos detergentes em estudo.

Diamond® Tropical		Diamond® NET diluído		Diamond® NET concentrado		
m Picnómetro, g	m Picnómetro + amostra, g	m Picnómetro, g	m Picnómetro + amostra, g	m Picnómetro, g	m Picnómetro + amostra, g	
14,2137	41,6530	14,3758	41,9905	14,2138	41,3860	
14,2137	41,6531	14,3758	41,9905	14,2137	41,3860	
14,2138	41,6530	14,3758	41,9905	14,2138	41,3860	
Média	14,2137	41,6530	14,3758	41,9905	14,2138	41,3860
m_{detergente}, g	27,4393		27,6147		27,1723	
ρ, g/mL	0,995		1,001		0,985	

Seguidamente, apresenta-se um exemplo de calculo para o *Diamond® Tropical* de forma a explicitar como foram determinados os valores de massa volúmica para os três produtos. Assim, a massa de detergente é dada por:

$$m_{\text{detergente}} = m_{\text{picnómetro+amostra}} - m_{\text{picnómetro}} =$$

$$41,6530 - 14,2137 = 27,4393 \text{ g} \quad \text{Equação C-4}$$

De acordo com a Equação C-3, o volume do picnómetro utilizado é de 27,58 mL e que a massa volúmica pode ser calculada por:

$$\rho_{\text{detergente}} = \frac{m_{\text{detergente}}}{V_{\text{detergente}}} \quad \text{Equação C-5}$$

A massa volúmica do detergente pode ser calculada, tal que:

$$\rho_{detergente} = \frac{27,4393}{27,58} = 0,995 \frac{g}{cm^3} \quad \text{Equação C-6}$$

D. Anexo D: Produção do novo detergente

D.1 Cálculos relativos à produção do detergente

Tal como referido no ponto 4.3, pensou-se em 3 formulações distintas para a produção de um detergente para lavagem a seco de automóveis cuja composição se encontra na Tabela D.1.

Tabela D-1 Composição mássica dos diferentes detergentes em estudo

Componente	Composição A	Composição B	Composição C
	% m/m	% m/m	% m/m
Propanol	25	25	25
Álcool isopropílico	25	25	25
D-limoneno	2	2	2
EDTA	1	1	1
Lauril Sulfato de Sódio	7,5	10	5
Cera de abelha	7,5	5	10
Trietanolamina	7,5	7,5	7,5
Água	24,5	24,5	24,5

Uma vez que a mistura é composta maioritariamente por propanol, álcool isopropílico e água considera-se, para efeito de cálculo, desprezável as contribuições dos restantes componentes. Deste modo a massa volúmica da mistura é dada por:

$$\rho_{mistura} = \frac{0,25 \times 1}{0,70} \rho_{propanol} + \frac{0,25 \times 1}{0,70} \rho_{álcool\ isopropílico} + \frac{0,245 \times 1}{0,70} \rho_{água} \quad \text{Equação D-1}$$

Sabendo que:

Tabela D-2 Massa volúmica, em kg/L, dos componentes maioritários que compõem a formulação do novo detergente a 20°C

	Massa Volúmica kg/L	Referência Bibliográfica
Propanol	0,8035	[53]
Álcool isopropílico	0,7845	[54]
Água	0,998	[45]

Tem-se:

$$\rho_{mistura} = \frac{0,25 \times 1}{0,70} \times 0,8035 + \frac{0,25 \times 1}{0,70} \times 0,7845 + \frac{0,245 \times 1}{0,70} \times 0,998 =$$

$$= \frac{0,916g}{mL} \quad \text{Equação D-2}$$

Sabendo que se quer produzir 1L de detergente pronto a utilizar e que este é resultado de um fator de diluição de 10 vezes de um produto concentrado, então é necessário produzir 100mL de detergente concentrado cuja massa da mistura é dada por:

$$m_{mistura} = \rho_{mistura} \times V_{mistura} \quad \text{Equação D-3}$$

$$m_{mistura} = 100 \text{ mL} \times 0,911 \frac{g}{mL} = 91,07 \text{ g} \quad \text{Equação D-4}$$

Tendo em consideração as composições mássicas de cada um dos componentes apresentadas na Tabela D.1 e a massa da mistura calculada nas Equações D-3 e D-4 é possível calcular a massa, em gramas, de cada um dos componentes a adicionar para a formulação dos detergentes tal como se pode verificar na tabela D.3.

Tabela D-3 Massa de cada componente a adicionar para a produção de cada um dos detergentes em estudo.

Componente	Composição A	Composição B	Composição C
	m, g	m, g	m, g
Propanol	22,9	22,9	22,9
Álcool isopropílico	22,9	22,9	22,9
D-limoneno	1,8	1,8	1,8
EDTA	0,9	0,9	0,9
Lauril Sulfato de Sódio	6,9	9,2	4,6
Cera de abelha	6,9	4,6	9,2
Trietanolamina	6,9	6,9	6,9
Água	22,5	22,5	22,5

Seguidamente, apresenta-se os cálculos para a Composição A que servem de exemplo para as restantes formulações:

a) *Propanol*:

$$m_{\text{propanol}} = x_{\text{propanol}} \times m_{\text{mistura}} \quad \text{Equação D-5}$$

$$m_{\text{propanol}} = 0,25 \times 91,07 = 22,8 \text{ g} \quad \text{Equação D-6}$$

b) *Álcool isopropílico*

$$m_{\text{álcool isopropílico}} = x_{\text{álcool isopropílico}} \times m_{\text{mistura}} \quad \text{Equação D-7}$$

$$m_{\text{álcool isopropílico}} = 0,25 \times 91,07 = 22,8\text{g} \quad \text{Equação D-8}$$

c) *D-Limoneno*

$$m_{D\text{-limoneno}} = x_{D\text{-limoneno}} \times m_{\text{mistura}} = 0,02 \times 91,07 = 1,8\text{g} \quad \text{Equação D-9}$$

d) *EDTA*

$$m_{\text{EDTA}} = x_{\text{EDTA}} \times m_{\text{mistura}} = 0,01 \times 91,07 = 0,9 \text{ g} \quad \text{Equação D-10}$$

e) *Lauril Sulfato de Sódio, SLS*

$$m_{\text{SLS}} = x_{\text{lauril sulfato de sódio}} \times m_{\text{mistura}} = 0,075 \times 91,07 = 6,8\text{g} \quad \text{Equação D-11}$$

f) *Cera de Abelha*

$$m_{\text{cera}} = x_{\text{cera}} \times m_{\text{mistura}} = 0,075 \times 91,07 = 6,8\text{g} \quad \text{Equação D-12}$$

g) *Trietanolamina*

$$m_{\text{trietanolamina}} = x_{\text{trietanolamina}} \times m_{\text{mistura}} = 0,075 \times 91,07 = 6,8\text{g} \quad \text{Equação D-13}$$

h) *água*

$$m_{\text{água}} = x_{\text{água}} \times m_{\text{mistura}} = 0,245 \times 91,07 = 22,3 \text{ g} \quad \text{Equação D-14}$$

Uma vez que as formulações pensadas não resultaram, tornou-se essencial repensar em alternativas para a formulação de um detergente indicado para a lavagem automóvel a seco tal como foi referido no ponto 4.3. e apresentam-se na Tabela D-5 Massa de cada componente a adicionar para a produção de cada um dos detergentes em estudo a composição mássica de cada um dos componentes a adicionar na mistura e na Tabela D-5 apresenta-se a massa de cada um desses componentes.

Tabela D-4 Composição mássica de cada componente a adicionar para a produção de cada um dos detergentes em estudo de acordo com a formulação final.

Componente	Composição A	Composição B	Composição C	Composição D
	% m/m	% m/m	% m/m	% m/m
Propanol	25	25	25	25
Álcool isopropílico	25	25	25	25
D-limoneno	10	10	10	10
EDTA	0,5	0,5	0,5	0,5
Lauril Sulfato de Sódio	4	1	0,5	1
Oleo de rinicio	0	0	4	4
Trietanolamina	10	10	10	10
Água	25,5	28,5	25	24,5

Tabela D-5 Massa de cada componente a adicionar para a produção de cada um dos detergentes em estudo de acordo com a formulação final.

Componente	Composição A	Composição B	Composição C	Composição D
	m, g	m, g	m, g	% m/m
Propanol	22,9	22,9	22,9	22,9
Álcool isopropílico	22,9	22,9	22,9	22,9
D-limoneno	9,2	9,2	9,2	9,2
EDTA	0,5	0,5	0,5	0,5
Lauril Sulfato de Sódio	3,7	0,9	0,5	0,9
Oleo de Rinicio	0,0	0,0	3,7	3,7
Trietanolamina	9,2	9,2	9,2	9,2
Água	23,4	26,1	22,9	22,5

Admitindo uma massa de mistura de 91g, apresenta-se os cálculos para a Composição A que servem de exemplo para as restantes formulações:

a) *Propanol*:



$$m_{\text{propanol}} = x_{\text{propanol}} \times m_{\text{mistura}}$$

Equação D-15

$$m_{\text{propanol}} = 0,25 \times 91 = 22,8 \text{ g}$$

Equação D-16

b) *Álcool isopropílico*

$$m_{\text{álcool isopropílico}} = x_{\text{álcool isopropílico}} \times m_{\text{mistura}}$$

Equação D-17

$$m_{\text{álcool isopropílico}} = 0,25 \times 91,07 = 22,8 \text{ g}$$

Equação D-18

c) *D-Limoneno*

$$m_{\text{D-limoneno}} = x_{\text{D-limoneno}} \times m_{\text{mistura}} = 0,10 \times 91 = 9,2 \text{ g}$$

Equação D-19

d) *EDTA*

$$m_{\text{EDTA}} = x_{\text{EDTA}} \times m_{\text{mistura}} = 0,005 \times 91 = 0,5 \text{ g}$$

Equação D-20

e) *Lauril Sulfato de Sódio, SLS*

$$m_{\text{SLS}} = x_{\text{lauril sulfato de sódio}} \times m_{\text{mistura}} = 0,04 \times 91 = 3,7 \text{ g}$$

Equação D-21

f) *Óleo de rícino*

$$m_{\text{óleo}} = x_{\text{óleo}} \times m_{\text{mistura}} = 0 \times 91 = 0 \text{ g}$$

Equação D-22

g) *Trietanolamina*

$$m_{\text{trietanolamina}} = x_{\text{trietanolamina}} \times m_{\text{mistura}} = 0,10 \times 91 = 9,2 \text{ g}$$

Equação D-23

h) *água*

$$m_{\text{água}} = x_{\text{água}} \times m_{\text{mistura}} = 0,255 \times 91 = 23,4 \text{ g}$$

Equação D-24

D.2 Caracterização físico-química dos detergentes formulados

À semelhança da caracterização físico-química feita para os detergentes utilizados pela *EcoCarWash*, fez-se o mesmo procedimento para os detergentes formulados, tal como referido no capítulo 4.3.2 A caracterização foi feita para a forma concentrada e diluída dos detergentes para lavagem a seco formulados. Na Tabela D-6 encontra-se as determinações dos valores de pH para estes detergentes.

Tabela D-6 Determinação dos valores médios de pH para os detergentes formulados.

Medição	Formulação A	Formulação A diluída	Formulação B	Formulação B diluída	Formulação C	Formulação C diluída	Formulação D	Formulação D diluída
1	9,56	9,33	9,46	9,4	9,46	9,40	9,25	8,94
2	9,53	9,33	9,48	9,41	9,46	9,41	9,26	8,95
3	9,56	9,38	9,48	9,4	9,46	9,41	9,26	8,94
Média	9,55	9,35	9,47	9,40	9,46	9,41	9,26	8,94

Seguidamente, apresenta-se um exemplo de cálculo do valor médio de pH para a formulação A:

$$\frac{9,33+9,33+9,38}{3} = 9,35 \quad \text{Equação D-25}$$

Para a determinação dos valores de densidade, começou-se por determinar o volume rigoroso do picnómetro, para isso pesou-se o picnómetro vazio e o picnómetro com água. Os dados obtidos encontram-se na Tabela D-7.

Tabela D-7 Dados obtidos para determinação do volume rigoroso do picnómetro

	m Picnómetro, g	m Picnómetro+água, g
	14,3735	40,9417
	14,3736	40,9417
	14,3734	40,9416
Média	14,3735	40,9417

Assim, a massa de água é dada por:

$$m_{\text{picnómetro+água}} - m_{\text{picnómetro}} = 40,9417 - 14,3735 = 26,5682 \text{ g} \quad \text{Equação D-26}$$

Sabendo que a 25°C, a massa volúmica da água é $0,99708 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ [45], o volume de água é dado por:

$$V_{\text{água}} = m_{\text{água}} \div \rho_{\text{água}} = 0,9971 \div 26,5682 = 26,6460 \text{ cm}^3 \quad \text{Equação D-27}$$

O volume de água corresponde à capacidade, em mL, do picnómetro usado.

Seguidamente, voltou-se a pesar o picnómetro vazio e o picnómetro com a formulação do detergente em estudo, fez-se a média dos resultados e tendo em conta capacidade de 26,65mL do picnómetro utilizado calculou-se os valores de densidades tal como se pode verificar na Tabela D-8.

Tabela D-8 Determinação da massa volúmica, em g/mL, dos detergentes formulados.

						Média	$m_{detergente}, g$	$\rho, g/cm^3$
Formulação A	m Picnómetro, g	14,3737	14,3737	14,3738	14,3737		23,9217	0,8978
	mPicnómetro+amostra, g	38,2957	38,2954	38,2951	38,2954			
Formulação A diluída	m Picnómetro, g	14,3736	14,3735	14,3735	14,3735		24,8609	0,9330
	mPicnómetro+amostra, g	39,5679	39,5678	38,5677	39,2345			
Formulação B	m Picnómetro, g	14,3737	14,3738	14,3738	14,3730		24,0451	0,9023
	mPicnómetro+amostra, g	38,4192	38,4188	38,4186	38,4180			
Formulação B diluída	m Picnómetro, g	14,3735	14,3736	14,3736	14,3736		24,5769	0,9223
	mPicnómetro+amostra, g	38,9504	38,9505	38,9504	38,9504			
Formulação C	m Picnómetro, g	14,3735	14,3735	14,3735	14,3735		23,8899	0,8966
	mPicnómetro+amostra, g	38,2646	38,2630	38,2627	38,2634			
Formulação C diluída	m Picnómetro, g	14,3735	14,3737	14,3738	14,3737		23,9278	0,8980
	mPicnómetro+amostra, g	38,3016	38,3016	38,3013	38,3015			
Formulação D	m Picnómetro, g	14,3736	14,3737	14,3738	14,3737		23,9219	0,8978
	mPicnómetro+amostra, g	38,2962	38,2957	38,2949	38,2956			
Formulação D diluída	m Picnómetro, g	14,2137	14,2137	14,2138	14,2137		24,8295	0,9318
	mPicnómetro+amostra, g	39,1166	39,0066	39,0065	39,0432			

Seguidamente, apresenta-se um exemplo de calculo para a formulação A de forma a explicitar como foram determinados os valores de massa volúmica para todos os detergentes formulados. Assim, a massa de detergente é dada por:

$$\begin{aligned}
 m_{detergente} &= m_{picnómetro+amostra} - m_{picnómetro} = \\
 &= 38,2954 - 14,3737 = 23,9217 g
 \end{aligned}$$

Equação D-28

De acordo com a Equação D-27 o volume do picnómetro utilizado é de 27,58 mL e que a massa volúmica pode ser calculada por:

$$\rho_{detergente} = \frac{m_{detergente}}{V_{detergente}}$$

Equação D-29

A massa volúmica do detergente pode ser calculada, tal que:

$$\rho_{detergente} = \frac{23,9217}{26,65} = 0,8978 \frac{g}{cm^3}$$

Equação D-30

E. Anexo E: Custos e dimensionamento

E.1 Custos atuais da *EcoCarWash*

Sabendo que cada lavagem tem um gasto de 150mL de produto diluído e que atualmente a *EcoCarWash* efetua 20 000 lavagens/ano, é necessário:

$$20\,000 \frac{\text{lavagens}}{\text{ano}} \times 150 \times 10^{-3} \frac{\text{Litros}}{\text{lavagem}} =$$

$$= 3\,000 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \text{ de produto diluído} \quad \text{Equação E-1}$$

O produto concentrado adquirido pela empresa é diluído antes da sua utilização com um fator de diluição de 10, assim:

$$3\,000 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \div 10 = 300 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \text{ de produto concentrado} \quad \text{Equação E-2}$$

A *EcoCarWash* recebe um *jerrycan* de 5L de produto concentrado por 60€. Deste modo o preço unitário por litro é de 12€. Assim, para um ano há um gasto de:

$$12 \frac{\text{€}}{\text{litro}} \times 300 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} = 3\,600 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-3}$$

Para realizar as diluições é necessário adquirir água da rede pública e contabilizar os gastos com o aluguer do serviço de água pública para uso não doméstico⁶:

$$\text{Custo de água} + \text{Custo do aluguer de contador} \quad \text{Equação E-4}$$

$$(3000 - 300)L \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{L}} \times 1,80 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} + 3,82 \frac{\text{€}}{30 \text{ dias}} \times 12 \text{ meses} =$$

$$= 45,84 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-5}$$

Supondo que 75% da quantidade do produto diluído adquirido é utilizado nos postos de lavagem automóvel e que se usam *jerrycan* de 5L com um preço unitário de 1,5€, tem-se:

$$0,75 \times 3000 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} = 2250 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-6}$$

⁶ Valores de acordo com o tarifário da Câmara Municipal do Porto (valores para 2020).



$$2250 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \times \frac{1 \text{ jerrycan}}{5 \text{ litros}} = 450 \frac{\text{jerrycans}}{\text{ano}}$$

Equação E-7

$$450 \frac{\text{jerrycans}}{\text{ano}} \times 1,5 \frac{\text{€}}{\text{jerrycan}} = 675 \frac{\text{€}}{\text{ano}}$$

Equação E-8

E que os restantes 15% correspondem a vendas do detergente *on-line*. Este produto é comercializado num frasco com dispersor que tem o custo por unidade de 1€. Sabendo que cada frasco tem uma capacidade 500mL, tem-se:

$$0,15 \times 3000 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} = 750 \frac{\text{litros}}{\text{ano}}$$

Equação E-9

$$750 \frac{\text{litros}}{\text{ano}} \times \frac{1 \text{ frasco}}{500 \times 10^{-3} \text{ litros}} = 1500 \frac{\text{frascos}}{\text{ano}}$$

Equação E-10

$$1500 \frac{\text{frascos}}{\text{ano}} \times 1 \frac{\text{€}}{\text{frasco}} = 1500 \frac{\text{€}}{\text{ano}}$$

Equação E-11

Deste modo os custos globais por ano são:

$$Gastos/ano = Custos_{\text{Produto Concentrado}} + Custos_{\text{água}} + Custos_{\text{Embalamento}}$$

Equação E-12

$$Gastos/ano = 3\,600 + 45,84 + 675 + 1\,500 = 5\,820,84 \frac{\text{€}}{\text{ano}}$$

Equação E-13

São desprezados os gastos com eletricidade e mão-de-obra.

E.2 Custos admitindo que a *EcoCarWash* assume a produção do produto concentrado

Admitindo a produção de 300L de produto concentrado por ano e a seguinte composição mássica média dos quatro detergentes formulados:

- ✓ 25% de propanol;
- ✓ 25% de álcool isopropílico;
- ✓ 10% de D-limoneno;
- ✓ 0,5% de EDTA;
- ✓ 1,6 % de lauril sulfato de sódio;
- ✓ 2% de óleo de rícino;
- ✓ 10% de trietanolamina;
- ✓ 26,9% de água;

Uma vez que a mistura é composta maioritariamente por propanol, álcool isopropílico e água considera-se, para efeito de cálculo, desprezável as

contribuições dos restantes componentes. Deste modo a massa volúmica da mistura é dada por:

$$\rho_{mistura} = \frac{0,25 \times 1}{0,70} \rho_{propanol} + \frac{0,25 \times 1}{0,70} \rho_{álcool\ isopropílico} + \frac{0,269 \times 1}{0,70} \rho_{água} \quad \text{Equação E-14}$$

Sabendo que:

Tabela E-1 Massa volúmica, em kg/L, dos componentes maioritários que compõem a formulação do novo detergente a 20°C

	Massa Volúmica kg/L	Referência Bibliográfica
Propanol	0,8035	[53]
Álcool isopropílico	0,7845	[54]
Água	0,998	[45]

Tem-se:

$$\rho_{mistura} = \frac{0,25 \times 1}{0,70} \times 0,8035 + \frac{0,25 \times 1}{0,70} \times 0,7845 + \frac{0,269 \times 1}{0,70} \times 0,998 = \frac{0,951 \text{ kg}}{\text{L}} \quad \text{Equação E-15}$$

Assim, a massa da mistura é dada por:

$$m_{mistura} = \rho_{mistura} \times V_{mistura} \quad \text{Equação E-16}$$

$$m_{mistura} = 300 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 0,951 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 285,2 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-17}$$

Após caracterização da mistura, é importante determinar a quantidade necessária de cada componente e estimar os custos associados, tal que:

i) *Propanol*:

$$V_{propanol} = m_{propanol} \div \rho_{propanol} \quad \text{Equação E-18}$$

$$V_{propanol} = x_{propanol} \times m_{mistura} \div \rho_{propanol} \quad \text{Equação E-19}$$

$$V_{propanol} = 0,25 \times 285,2 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \div 0,8035 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 88,74 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-20}$$

Sabendo que propanol tem um custo de 20,92€/L [53], o custo deste componente por ano será:

$$88,74 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 20,92 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 1\ 856,37 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-21}$$

j) *Álcool isopropílico*

$$V_{\text{álcool isopropílico}} = m_{\text{álcool isopropílico}} \div \rho_{\text{álcool isopropílico}} \quad \text{Equação E-22}$$

$$V_{\text{álcool isopropílico}} = x_{\text{álcool isopropílico}} \times m_{\text{mistura}} \div \rho_{\text{álcool isopropílico}} \quad \text{Equação E-23}$$

$$V_{\text{álcool isopropílico}} = 0,25 \times 285,2 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \div 0,7845 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 90,89 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-24}$$

Sabendo que o álcool isopropílico tem um custo por litro de 9,36€ [54], o custo deste componente por ano será:

$$90,89 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 9,36 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 850,69 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-25}$$

k) *D-Limoneno*

A quantidade de D-limoneno necessária é dada por:

$$m_{D\text{-limoneno}} = x_{D\text{-limoneno}} \times m_{\text{mistura}} = 0,10 \times 285,2 = 28,52 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-26}$$

Sabendo que a massa volúmica do D-limoneno é 0,85 kg/L [31], tem-se:

$$V_{D\text{-limoneno}} = m_{D\text{-limoneno}} \div \rho_{D\text{-limoneno}} = 28,52 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \div 0,85 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 33,36 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-27}$$

Sabendo que cada 1L tem um custo de 71,60€⁷, por ano o D-limoneno tem um custo de:

$$33,36 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 71,60 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 2\,388,34 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-28}$$

l) *EDTA*

A quantidade de EDTA necessária é dada por:

$$m_{EDTA} = x_{EDTA} \times m_{\text{mistura}} = 0,005 \times 255,9 = 1,28 \times 10^{-5} \text{kg/ano} \quad \text{Equação E-29}$$

Sabendo que cada 1kg tem um custo de 196,60€ [55], o custo por ano pode ser calculado por:

$$1,28 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \times 196,60 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 0,0025 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-30}$$

Os gastos com EDTA são tão reduzidos e como tal podem ser desprezados.

m) *Lauril Sulfato de Sódio*

A quantidade de tensoativo necessária é dada por:

⁷ Cotação fornecida pela *LaborSpirit*

$$m_{\text{lauril sulfato de sódio}} = x_{\text{lauril sulfato de sódio}} \times m_{\text{mistura}} = 0,0163 \times 285,2 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} =$$

$$= 4,65 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-31}$$

Sabendo que cada 1kg tem um custo de 50€⁸, para a quantidade anual é de:

$$4,65 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \times 50 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 232,44 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-32}$$

n) Óleo de rícino

A massa de óleo de rícino necessária pode ser determinada por:

$$m_{\text{oleo}} = x_{\text{oleo}} \times m_{\text{mistura}} = 0,02 \times 255,9 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} = 5,12 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-33}$$

A massa volúmica do óleo de rícino é 0,954kg/L [56].

O volume de óleo necessário é dado por:

$$V_{\text{oleo}} = \rho_{\text{oleo}} \times m_{\text{oleo}} = 0,954 \times 5,12 = 4,88 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-34}$$

Sabendo que tem um custo de 66,60€ por litro [56], deste modo por ano tem-se:

$$4,88 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 10,13 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 49,48 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-35}$$

o) Trietanolamina

A quantidade de trietanolamina necessária é dada por:

$$m_{\text{trietanolamina}} = x_{\text{trietanolamina}} \times m_{\text{mistura}} = 0,10 \times 285,2 = 28,52 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-36}$$

Sabendo que a $\rho_{\text{trietanolamina}} = 1,12 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$ [43]. Assim, o volume de trietanolamina é dado por:

$$V_{\text{Trietanolamina}} = \frac{m_{\text{trietanolamina}}}{\rho_{\text{trietanolamina}}} = \frac{28,52 \frac{\text{kg}}{\text{ano}}}{1,12 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 25,46 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-37}$$

Tendo em conta que cada litro tem um custo de 15,90€⁹:

$$25,46 \frac{\text{Litros}}{\text{ano}} \times 15,90 \frac{\text{€}}{\text{litro}} = 404,88 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-38}$$

⁸ Cotação fornecida pela LaborSpirit

⁹ Cotação fornecida pela LaborSpirit

p) *Água*

A água corresponde a cerca de 25,9% da formulação do detergente concentrado, assim por ano é necessário:

$$m_{\text{água}} = x_{\text{água}} \times m_{\text{mistura}} = 0,259 \times 285,2 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} = 73,87 \frac{\text{kg}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-39}$$

O volume de água necessário é dado por:

$$V_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{73,87 \frac{\text{kg}}{\text{ano}}}{0,998 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 74,01 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-40}$$

Sabendo que a água tem um custo de 1,80€/m³, tem-se que:

$$74,01 \frac{\text{L}}{\text{ano}} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{L}} \times 1,80 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 0,13 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-41}$$

Uma vez que o custo é bastante reduzido comparativamente aos restantes componentes este poderá ser desprezado.

Deste modo, por ano, a aquisição dos componentes para a formulação do detergente tem um custo global de formulação:

$$\begin{aligned} & \sum \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{componente}}} = \\ & = \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{propanol}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{álcool isopropílico}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{D\text{-Limoneno}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{tensoativo}}} \\ & \quad + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{nanodispersor}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{EDTA}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{cera}}} + \frac{\text{€}}{\text{ano}_{\text{trietanolamina}}} = \\ & = 1856,37 + 850,69 + 2388,34 + 232,44 + 49,48 + 404,88 = 5\,782,11 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-42} \end{aligned}$$

Também devem ser considerados os gastos com a água necessária para as diluições, tal como se referiu anteriormente:

$$\text{Gastos com água} = 45,84 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-43}$$

Os custos de empacotamento serão, como vimos anteriormente:

$$675 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \text{ em jerry cans} + 1500 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \text{ em frascos} = 2175 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-44}$$

Para a produção do detergente para a lavagem a seco pela *EcoCarWash* é fundamental a aquisição dos equipamentos necessários para a produção do detergente como um tanque e um agitador.

O tanque necessário seria em inox para evitar corrosão com capacidade de 35L e possui uma troneira onde é possível fazer a descarga do detergente após a uniformização de todos os seus componentes. A Figura E-1 representa o tanque em estudo.



Figura E-1 Tanque em estudo para a produção dos detergentes pela *EcoCarWash* Figura E-1 [57].

O equipamento tem um custo de 175,99€ [57]. E considera-se um acréscimo de 50€ para colocar isolamento na entrada do equipamento e a colocação de um orifício onde se possa introduzir o agitador.

O agitador mecânico pensado tem a capacidade de 40L e com uma potência de 300W. Tem um custo de 719€ [58].

O tanque tem uma capacidade máxima de 35L e pensa-se produzir o detergente concentrado num volume máximo de 30L o que conseqüentemente corresponde a 10 ciclos de operação.

O preço gasto com equipamento é dado por:

$$175,99 + 50 + 719 = 944,99\text{€} \quad \text{Equação E-45}$$

Para além da aquisição destes equipamentos, é necessário a aquisição de material corrente de laboratório como balança analítica, provetas, gobelés e espátulas.

A balança que melhor se enquadra nas necessidades é BCMS-30K-001 com a capacidade máxima de 30kg e incerteza associada de 1g. esta balança tem um custo de 296,53€ e imagem real encontra-se na Figura E-2 [59].



Figura E-2 Fotografia real da balança BCMS-30K-001 [59]

Os gobelés necessários são fabricados por polimetilpenteno que conferem boa transparência do material e elevada resistência química [60] na Tabela E-2.

Tabela E-2 Capacidade e preço unitário dos gobelets a utilizar [60].

Referência	Capacidade, L	Quantidade	Preço Unitário, €
BKLX-1K0-003	1	Pack de 3uni	23,94
BKLX-2K0-001	2	2	17,56
BKLX-10K-001	10	1	59,90

Na Tabela E-3 encontra-se registada a capacidade, quantidade e preço das provetas a requisitar fabricadas em polipropileno.

Tabela E-3 Capacidade e preço unitário das provetas a utilizar [61].

Referência	Capacidade, L	Quantidade	Preço Unitário, €
MCHP-500-004	0,5	Pack de 4uni	18,14
MCHP-1K0-003	1	Pack de 3uni	23,97
MCHP-2K0-002	2	Pack de 2uni	26,35

Será necessário também uma espátula para auxiliar as pesagens e esta tem um custo unitário de 7,88€.

Deste modo o material corrente de laboratório tem um custo de:

$$296,53 + 23,94 + 2 \times 17,56 + 18,14 + 23,97 + 26,35 + 7,88 = 431,93\text{€} \quad \text{Equação E-46}$$

Deste modo o preço global de aquisição dos equipamentos e do material de laboratório é de:

$$175,99 + 50 + 719 + 431,93 = 1\,376,96\text{€} \quad \text{Equação E-47}$$

Na encontra-se amortizações para 5 anos dos equipamentos e material adquiridos com uma taxa de amortização de 20% de acordo com o Diário da República 1ª série nº117 de 17 de setembro de 2019.

Tabela E-4 Plano de Amortizações, em €/ano, para 5 anos se a EcoCarWash adquirisse o equipamento necessário para a produção do detergente.

Componentes	Taxas	Valor de Aquisição	Amortizações Anuais				
			2021	2022	2023	2024	2025
Tanque e agitador	0,2	944,99	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00
Material de Laboratório	0,2	431,93	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39

Tomando como exemplo a amortização para o primeiro ano para a aquisição do equipamento tem-se:

$$0,2 \times 944,99 = 180,90 \text{ €/ano} \quad \text{Equação E-48}$$

Na Tabela E-5 apresenta os custos anuais para esta situação em estudo, considerando um plano de investimento para 5 anos.

Tabela E-5 Custos anuais da EcoCarWash se produzir o detergente de forma independente considerando as amortizações para 5 anos.

Componentes	2021	2022	2023	2024	2025
Tanque e agitador	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00
Material de Laboratório	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39
Matéria-Prima	5782,11	5782,11	5782,11	5782,11	5782,11
Água diluições	45,84	45,84	45,84	45,84	45,84
Frascos e jerrycans	2175,00	2175,00	2175,00	2175,00	2175,00
Total	8278,33	8278,33	8278,33	8278,33	8278,33

Tomando como exemplo de ano o primeiro ano (2021) pode-se calcular o total de gastos anuais:

$$189,00 + 86,39 + 5782,11 + 45,84 + 2175 = 8278,33 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-49}$$

Para este estudo desprezou-se gastos gerais em eletricidade e instalações assim como gasto com mão-de-obra pois a *EcoCarWash* já possui este recurso.

E.3 Custos admitindo que a *EcoCarWash* contrata uma outra empresa para a produção do detergente

Uma alternativa à produção do detergente pela *EcoCarWash* seria a contratação de uma empresa para o fazer. No entanto, a *EcoCarWash* ainda teria de adquirir a matéria prima, a água para a diluição e as embalagens para o empacotamento (5 782,11€/ano).

E.3.1 Produção no CIETI

No CIETI, a produção deste tipo de detergentes tem um custo de 15€/h¹⁰ sendo que este preço engloba gastos gerais, gastos de operação e mão-de-obra.

O reator agitado a utilizar tem uma capacidade de 20L, ou seja, para produzir 300litros de detergente concentrado seriam necessários 15 ciclos.

Cada ciclo compreende o tempo de preparação do material, pesagem e quantificação da matéria-prima, tempo produção do detergente propriamente dita (onde há uniformização dos componentes no reator agitado) e lavagem do material e reator. Assim, cada ciclo necessita de 2h.

Tendo isto em consideração é necessário:

$$15 \frac{\text{ciclos}}{\text{ano}} \times \frac{2 \text{ h}}{\text{ciclo}} \times \frac{15 \text{ €}}{\text{h}} = 450 \frac{\text{€}}{\text{ano}} \quad \text{Equação E-50}$$

O custo total é dado por:

¹⁰ Cotação fornecida pelo Diretor do CIETI, Drº Alfredo Crispim Ribeiro.

$$Gastos_{Globais} = Custo_{aquisição\ matéria-prima} + Custo_{água} + +Custo_{empacotamento} + \\ +Custo_{produção} \quad \text{Equação E-51}$$

Desta maneira têm-se:

$$5\,782,11 + 48,54 + 2\,175 + 450 = 8\,455,65 \text{ €/ano} \quad \text{Equação E-52}$$