

Relatório Final

Projetos IDEA (Centro IDEA-UMinho)

Programa de Apoio a Projetos de Inovação e Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem



Universidade do Minho

[Em cumprimento do Artigo 5º do Regulamento do Programa de Apoio a Projetos de Inovação e Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem]

Designação do Projeto *(por extenso e com indicação de acrónimo se estiver definido)*

Implementação de Práticas de Química Verde no Ensino da Química Orgânica

Docente/Equipa responsável

Nome/s completo/s	UOEI/s	Departamento/s	Contacto/s (tel. e-mail)
Alice Maria Esteves Dias	Escola de Ciências	Química	253604371; ad@quimica.uminho.pt

Contexto de implementação

Ano letivo	Curso	Ano do curso e semestre	Participantes
2019/2020	Licenciatura em Química	2º Ano; 1º Semestre	docente (Alice Dias); dois alunos de Projeto Individual da Lic. em Bioquímica e alunos da UC Laboratórios de Química Orgânica e Analítica da Lic. em Química

Objetivos e fundamentação *(até 500 palavras; antecedentes, propósitos, relevância, pressupostos subjacentes, características inovadoras...)*

A "Química Verde" (QV) envolve a conceção de processos e produtos que reduzam/eliminem a utilização e formação de substâncias perigosas e promovam a conservação de materiais e energia. Segundo a IUPAC, o Químico do futuro deve aprender os conceitos de QV durante a sua formação, para ser capaz de usar os seus conhecimentos de uma forma ambientalmente responsável. O projeto proposto consistia em elaborar e

implementar protocolos sustentáveis, didaticamente mais abrangentes e apelativos na componente de Química Orgânica da UC Laboratórios de Química Orgânica e Analítica. Os trabalhos práticos elencados eram os seguintes:

- QO1 Separação de três substâncias por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base;
- QO2 Síntese do cloreto de t-butilo;
- QO3 Algumas reações de álcoois e hidrocarbonetos;
- QO4 Nitração do benzoato de etilo;
- QO5 Síntese do acetato do éster isoamílico.

No projeto desenvolvido pretendia-se substituir completamente estes protocolos por um mini-projeto integrado na área da química das plantas envolvendo a extração, separação, análise e reatividade de pigmentos de flores e frutos. Os pigmentos das plantas são materiais privilegiados no ensino da química, pelas cores bonitas do nosso quotidiano, pelas funções biológicas essenciais à vida, pelo papel fundamental na alimentação e benefícios para a saúde. A sua relevância para as indústrias alimentar e cosmética está em crescimento exponencial devido à consciencialização dos perigos ambientais e potenciais efeitos colaterais dos produtos químicos usados na síntese de corantes sintéticos.

O desenvolvimento de atividades que explorem a química das plantas é um tema cada vez mais atual, devido à sustentabilidade dos materiais, à vertente de aproximação à vida real e ao impacto visual das cores observadas. Por outro lado, as estruturas destes pigmentos são quimicamente diversificadas, fazendo destas moléculas casos de estudo muito interessantes para explorar a estrutura, as propriedades e a reatividade das moléculas orgânicas.

Assim, os objetivos deste mini-projeto envolveram não só um estudo das propriedades físico-químicas básicas dos pigmentos, como polaridade, solubilidade, carácter ácido-base, interações intermoleculares (QO1) e reatividade de grupos funcionais, como também o desenvolvimento de competências da prática laboratorial da química orgânica e o alargamento da componente estrutural utilizando métodos espectroscópicos para caracterização dos diferentes pigmentos. A grande inovação do projeto consistia em introduzir e desenvolver os conceitos da Química Verde e da sustentabilidade. Os trabalhos propostos foram os seguintes:

- QO1' Extração e análise dos pigmentos presentes em diversas flores e frutos
- QO2' Separação de carotenoides, flavonoides e antocianinas por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base
- QO3' Hidrólise e caracterização de carotenoides, flavonoides e antocianinas por métodos espectroscópicos
- QO4' Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais
- QO5' Determinação da capacidade antioxidante de pigmentos de flores e frutos

Foram retirados os trabalhos de síntese química (QO2, QO4 e QO5), uma vez a sua aprendizagem está num patamar acima da reatividade e exige materiais, produtos e procedimentos perigosos, que poderiam ser desenvolvidos no 5º semestre, onde os alunos não só já atingiram um nível mais avançado de conhecimentos, como adquiriram mais maturidade e desenvoltura para um manuseamento mais responsável de materiais perigosos.

Processo de implementação (até 1000 palavras; fases, estratégias, equipamentos e/ou materiais associados, metodologia de avaliação da aprendizagem [se aplicável], metodologia de avaliação dos resultados do projeto e tipo de evidências recolhidas [ex.: percepções dos estudantes, análise de trabalhos por eles produzidos, resultados de avaliações formais, dados de observação de aulas, parecer de outros docentes...])

O processo de implementação decorreu em três fases:

1º Fase: *Desenvolvimento de atividades laboratoriais com pigmentos de plantas tendo por base resultados anteriores*

Em trabalhos anteriores foram reunidos conjuntos muito diversificados de resultados obtidos na investigação realizada com moléculas dos pigmentos das plantas, tendo como objetivo o desenvolvimento de novas atividades laboratoriais de Química Verde para serem implementados nos Ensinos Básico e Secundário. As atividades são transversais à química e à biologia e caracterizam-se por um elevado impacto visual, que as torna muito cativantes para a maioria dos alunos.

Uma atividade laboratorial simples e ecológica anteriormente desenvolvida a partir de folhas verdes e vermelhas demonstrou-se capaz de separar, através de técnicas cromatográficas, não só os amarelos dos carotenóides e os verdes das clorofilas, mas também os vermelhos dos flavonoides. Substituiu-se a sílica, um adsorvente dispendioso, por vários adsorventes não tóxicos do quotidiano como a celulose e a fécula de batata. Foram utilizados solventes menos perigosos e mais acessíveis, recorrendo sempre a procedimentos experimentais concordantes com a QV. Este trabalho mereceu uma comunicação num Congresso Nacional, um artigo publicado numa revista da ACS (American Chemical Society), um artigo publicado no Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, e a publicação de um capítulo num livro da RSC (Royal Society of Chemistry). Mais recentemente, na mesma base, foi possível estender estes métodos à cromatografia dos pigmentos presentes no tomate e nas pétalas das flores, através das técnicas de cromatografia em coluna e em papel.

Após levantamento e análise de todos estes resultados, surgiram novas ideias para propostas de novas atividades eficientes e sustentáveis para extrair e separar os pigmentos presentes em diversas flores e frutos para serem implementados em aulas práticas de Química Orgânica ao nível do Ensino Universitário.

2º Fase: *Elaboração dos novos protocolos dos trabalhos práticos*

As ideias de componente experimental para elaboração dos protocolos dos novos trabalhos práticos propostos foram integradas em dois temas de Projeto Individual que foram submetidos aos alunos das Licenciaturas em Química e Bioquímica (3º ano, 2ª semestre). Estes temas foram escolhidos por dois alunos da Licenciatura em Bioquímica que realizaram trabalho experimental importante para este projeto ao longo de oito semanas sob supervisão da docente com os títulos seguintes:

Projeto 1 - Extração e caracterização de carotenóides com interesse na cosmética (Ana Morgana Gonçalves Pereira da Silva, Projeto de Licenciatura realizado no Departamento de Química e defendido em julho 2019).

Projeto 2 - Estabilização de pigmentos naturais através de um processo de secagem (Nano Spray Dryer) para aplicação na indústria alimentar (Luís Filipe Pereira de Sousa, Projeto de Licenciatura realizado Departamento de Química e no INL e defendido em julho 2019).

Com base nos resultados obtidos nestes trabalhos, foram selecionadas os ensaios mais interessantes e promissores para elaboração dos protocolos experimentais.

Quando o Departamento de Química deu início à preparação das aulas práticas a UC para o ano letivo seguinte, foi proposta à Comissão de Curso a alteração dos trabalhos práticos e a autorização foi negada tendo sido necessário solicitar a intervenção da Direção de Departamento. O parecer recebido da Comissão Diretiva apenas autorizou a alteração de dois trabalhos práticos. Tendo em conta os objetivos de aprendizagem estabelecidos para os trabalhos a alterar e as condições de materiais e equipamentos disponíveis, os protocolos experimentais foram adaptados à realização de dois Trabalhos Práticos (3 horas para cada trabalho) com os seguintes títulos: “Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais” e “Separação de pigmentos por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base”.

3º Fase: Implementação

Os novos protocolos práticos foram implementados no 1º semestre do ano letivo de 2019/2020. Na primeira aula foram divulgados os objetivos da UC e a calendarização, discutidas as regras de avaliação e agendados os momentos de avaliação.

A avaliação desta UC incluiu uma componente de avaliação contínua (AC) e uma componente de avaliação periódica (AP).

Avaliação contínua (AC): 60%

- Participação e desempenho na prática laboratorial
- Resposta a questões incluindo tratamento e discussão de resultados
- Elaboração de relatórios de trabalhos práticos
- Caderno laboratorial
- Assiduidade e pontualidade
- Realização, apresentação e discussão oral do trabalho: 20 %

Avaliação periódica (AP): 40 %

- Média dos 2 testes escritos de avaliação

Calendarização Prevista:

QO1 - Síntese do cloreto de t-butilo;

QO2 - *Separação de pigmentos por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base;*

QO3 - *Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais;*

QO4 - Síntese do acetato de 3-metilo-1-butilo (éster isoamílico), uma esterificação pelo método de Fischer;

QO5 - Nitração do benzoato de etilo.

Uma vez que ocorreram atrasos consideráveis na aquisição dos materiais necessários para a realização dos novos Trabalhos Práticos (QO4 e QO5) foi necessário alterar a calendarização prevista para

Calendarização Final:

QO1 - Síntese do cloreto de t-butilo;

QO2 - Nitração do benzoato de etilo.

QO3 - Síntese do acetato de 3-metilo-1-butilo (éster isoamílico), uma esterificação pelo método de Fischer;

QO4 - *Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais;*

QO5 - *Separação de pigmentos por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base.*

Tal como aconteceu com todos os outros trabalhos, as aulas práticas dos trabalhos QO4 e QO5 foi precedida de uma aula teórico prática onde foi destacado o interesse dos pigmentos vegetais e as suas aplicações na vida real e explicada a contribuição dos trabalhos realizados não só na aprendizagem da estrutura, propriedades e reatividade dos grupos funcionais presentes nestas moléculas, mas também na aprendizagem dos Princípios da Química Verde e da sustentabilidade.

Foram também implementadas metodologias para avaliação do projeto, que incluíram questões dirigidas aos alunos durante a execução e no final dos trabalhos práticos a recolher as perceções dos alunos e inquéritos escritos no final do módulo.

Resultados *(até 1000 palavras; principais resultados obtidos no processo de implementação do projeto e iniciativas de divulgação do projeto efetuadas ou previstas; sempre que possível, apresentar síntese de resultados em tabelas ou gráficos, acompanhados de texto explicativo)*

As estruturas dos pigmentos vegetais são quimicamente muito diversificadas e esta diversidade traduz-se em polaridades muito diferentes: os carotenoides são completamente apolares (carotenos) ou moderadamente apolares (xantofilas); os flavonoides são moderadamente polares e as antocianinas são muito polares. Esta gama alargada de polaridades confere-lhes características de solubilidade muito diferentes e interessantes para demonstrar os princípios básicos da química orgânica permitindo uma associação com os conceitos de eletronegatividade, momento dipolar, interações intermoleculares, lipossolubilidade e hidrossolubilidade. Os grupos funcionais presentes são representativos da grande maioria das classes de moléculas orgânicas e permitiram não só explorar os conceitos de grupo funcional e reatividade, como ilustrar as técnicas de elucidação estrutural através de métodos espectroscópicos. Por outro lado, as cores observadas permitiram identificar a olho nu os diferentes pigmentos e detetar as transformações químicas que estas moléculas sofreram nas reações químicas realizadas.

Resultados obtidos no âmbito dos Projetos Individuais dos alunos do 3º ano (2ª Fase)

Na 2ª fase de implementação, os resultados obtidos no âmbito dos Projetos Individuais dos alunos do 3º ano da Licenciatura em Bioquímica foram os seguintes:

No **Projeto 1** foi possível desenvolver métodos apropriados para a identificação, extração, isolamento e cristalização de carotenoides com interesse na área da indústria alimentar, medicina e, principalmente, na cosmética. Foram preparados extratos não-saponificados dos pigmentos presentes no limão, laranja, cenoura, tomate e pétalas de flores com excelentes resultados. Esses pigmentos foram depois identificados em cada extrato utilizando as técnicas de cromatografias em papel. Em seguida, foi reproduzido um método anteriormente desenvolvido para separar o betacaroteno e o licopeno através de cromatografia em coluna por gravidade. Os resultados foram satisfatórios, no entanto, verificou-se que o processo global era muito lento e de aplicação difícil a uma escala que permitisse isolar amostra de licopeno suficiente para cristalização. Após uma saponificação da pasta tomate foi possível desenvolver um método de cromatografia em coluna sob vácuo (flash chromatography) que permitiu obter cristais de licopeno de cor vermelha bem visível, muito dispendiosos quando adquiridos comercialmente (Figuras 1 e 2).

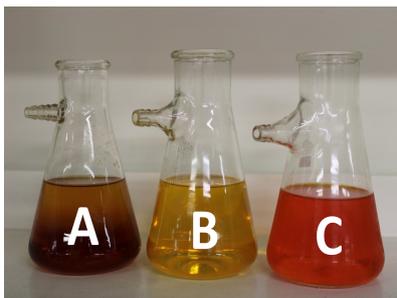


Figura 1 – Frações obtidas através do método de cromatografia sob vácuo: A) resíduos da saponificação; B) solução amarelo de betacaroteno; C) solução cor-de-laranja de licopeno.



Figura 2 – Extrato de licopeno onde é possível observar a formação de microcristais de licopeno.

No **Projeto 2** utilizaram-se as rosas como fonte de pigmentos naturais. Nas rosas estão presentes três grupos de pigmentos naturais: clorofilas, carotenoides e flavonoides, incluindo antocianinas. Utilizou-se rosas vermelhas pelo seu elevado conteúdo em cianidina, pois o trabalho foi mais focado nesta antocianina. Depois de otimizada a extração dos pigmentos com base nas propriedades ácido-base das antocianinas e dos flavonoides (Tabelas 1 e 2), o objetivo do trabalho realizado envolveu o encapsulamento das antocianinas através da técnica do *nanospray* na tentativa de melhorar a estabilidade das antocianinas para serem usados em alimentos.



Figura 3 – Extrato de obtido a partir de pétalas de rosas vermelhas.

Tabela 1- Procedimento da extração líquido-líquido para extrair as antocianinas

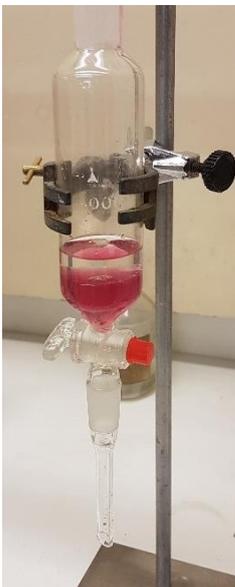
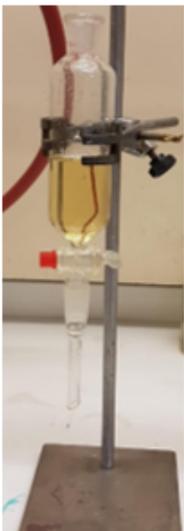
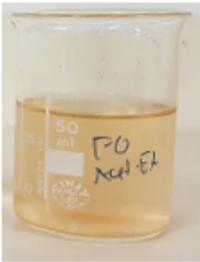
	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Resultado Final
Registo Fotográfico				 

Tabela 2- Procedimento da extração líquido-líquido para purificar antocianinas.

	Passo 1	Passo 2	Passo 3
Registo fotográfico		  	

Resultados obtidos no âmbito da implementação dos protocolos experimentais nas aulas práticas dos alunos da UC Laboratórios de Química Orgânica e Analítica (3ª Fase)

Os protocolos foram elaborados com base e foram depois implementados em dois trabalhos práticos, de acordo com os resumos seguintes:

Trabalho Prático QO4 - Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais

Os pigmentos presentes foram identificados por cromatografia em papel. A pasta de tomate foi submetida a uma saponificação para eliminar a interferência dos lípidos. Em seguida separou-se o betacaroteno e o licopeno através de uma coluna realizada sob ação do vácuo. Alíquotas das frações destes carotenoides foram analisadas quanto à sua composição e à reatividade por adição ao sistema de duplas ligações.

O extrato que continha o licopeno foi parcialmente evaporado no evaporador rotativo e a mistura concentrada foi arrefecida até cristalização do licopeno sendo depois foi isolado por filtração.

Trabalho Prático QO5 - Separação de pigmentos por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base

Os alunos observaram as cores das pétalas das flores fornecidas e extraíram os seus pigmentos. Os extratos obtidos foram analisados por cromatografia em papel, um material acessível e ecológico, utilizando eluentes que permitiram identificar as diferentes classes de pigmentos presentes.

Os carotenoides, flavonoides e as antocianinas, porque possuem grupos cuja ionização está dependente do pH do meio, foram separados por extração líquido-líquido através da adição de ácido ou de base aos solventes de extração. Cada uma das frações foi caracterizada através da realização de testes colorimétricos. No final quantificou-se o conteúdo em carotenoides e antocianinas através do doseamento espectrofotométrico.

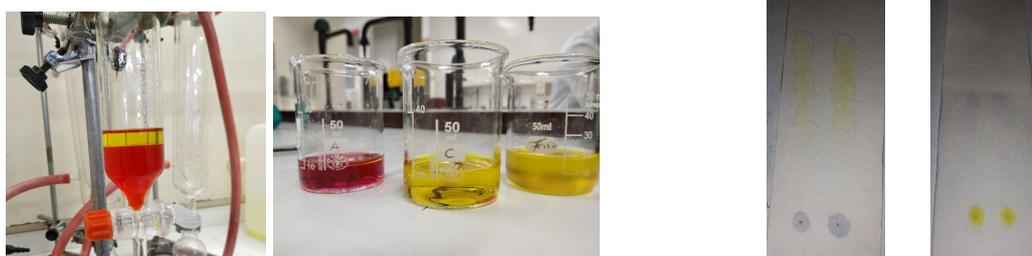


Figura 4 – Resultados obtidos na separação de carotenoides e flavonoides por extração ácido-base e por TLC realizados a partir de um extrato obtido a partir de pétalas de amores perfeitos.

Resultados obtidos nos inquéritos aplicados no final das aulas práticas

No decorrer da realização dos novos trabalhos, os alunos demonstraram um elevado agrado sobre o tema dos pigmentos naturais. As lindas cores observadas, para além de que terem causado um excelente impacto visual nos alunos, ajudaram na deteção e compreensão dos resultados.

No final das apresentações dos trabalhos, foi distribuído um inquérito de satisfação pelos 22 alunos que obtiveram frequência na UC. Neste inquérito foi-lhes pedido para seriarem os trabalhos realizados por ordem de preferência e os resultados obtidos são apresentados na tabela 2. Os dados da tabela demonstram que os novos trabalhos foram os mais apreciados pela grande maioria dos alunos. As razões apresentadas para esta preferência incluíram: um conhecimento mais amplo da matéria, representação da química do quotidiano, impacto visual que despertou interesse e ajudou na perceção dos resultados.

Tabela 2 – Resultados obtidos na ordenação dos trabalhos realizados de acordo com a preferência (22 alunos).

Nome dos trabalhos	1ª opção	2ª opção	3ª opção	4ª opção	5ª opção
QO1 - Síntese do cloreto de t-butilo;	1	1	10	5	2
QO2 - Nitração do benzoato de etilo;	0	2	7	8	2
QO3 - Síntese do acetato de 3-metilo-1-butilo (éster isoamílico), uma esterificação pelo método de Fischer;	1	3	1	2	13
QO4 - Algumas reações de grupos funcionais presentes nos pigmentos vegetais;	6	11	3	0	2
QO5 - Separação de pigmentos por extração líquido-líquido com base nas suas propriedades ácido-base.	14	3	0	2	2

Divulgação dos resultados

Os resultados obtidos nos trabalhos realizados deram origem a uma comunicação num congresso nacional e a um artigo submetido em revista internacional.^{1,2}

Conclusão (até 500 palavras; principais conclusões, limitações, linhas de ação futura, transferibilidade para outros contextos)

No decorrer deste projeto, os trabalhos anteriormente realizados no âmbito do desenvolvimento de atividades laboratoriais para os Ensino Básico e Secundário foram estendidos a técnicas mais avançadas para implementação nas aulas práticas de Química Orgânica para alunos do 1º ano da Lic. Química. Os trabalhos de desenvolvimento contaram com a colaboração de dois alunos da UC Projeto Individual do 3º ano da Lic. em Bioquímica.

Os resultados obtidos foram excelentes e permitiram não só o desenvolvimento de dois protocolos práticos a implementar nas aulas práticas do 2º ano, como representaram o ponto de partida para um projeto de colaboração com o INL (Departamento Alimentar) que tem como principais objetivos a estabilização de pigmentos vegetais para o desenvolvimento de aplicações para as indústrias alimentar e cosmética. Destes trabalhos resultou já uma comunicação no Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química e foi

também submetido em fevereiro um artigo no *Journal of Chemical Education* (American Chemical Society), prevendo-se uma resposta para muito brevemente.

Os protocolos elaborados foram implementados nos dois turnos práticos da UC Laboratórios de Química Orgânica e Analítica durante o 1º semestre do ano letivo de 2019/2020 em duas aulas de 3 horas para cada protocolo. Não foi possível a implementação de todos os novos trabalhos propostos na candidatura, uma vez que a Comissão Diretiva do Departamento de Química não aprovou a alteração dos trabalhos de síntese química. Esta aprovação parcial constituiu uma limitação ao processo de implementação e provocou um atraso considerável na aquisição dos reagentes e materiais. Este atraso levou a adiar a alterar a calendarização dos novos trabalhos para o final da lecionação do módulo da Química Orgânica e os trabalhos acabaram por ser realizados sem terem chegada dois reagentes, o que obrigou a alterações de última hora nos protocolos práticos e alguns alunos mostraram o seu desagrado.

Apesar destas limitações, a implementação destes novos trabalhos foi um sucesso pois os novos protocolos, além de melhorarem os resultados de aprendizagem comparativamente com os resultados obtidos com os trabalhos do ano anterior, cativaram imenso a grande maioria dos alunos dos dois turnos práticos, motivaram-nos para a aprendizagem da Química Orgânica e da Química Verde e despertaram-nos para a observação da Química na vida real.

As moléculas dos pigmentos das plantas mostraram-se importantes ferramentas pedagógicas para o desenvolvimento de novas atividades laboratoriais, pois permitiram não só o ensino / aprendizagem de diversos conceitos-chave dos currículos de Química Orgânica e Espectroscopia, como também introduzem a Química Verde e os conceitos de sustentabilidade.

Referências bibliográficas (*se aplicável*)

1. L. F. Sousa, A. M. Dias. *Separation of Flavonoids and Anthocyanins from Roses*, XXVI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, 24 - 26 de Julho de 2019, Porto.
2. C. I. Sampaio, L. F. Sousa, A. M. Dias. *Separation of Anthocyanins and Flavonoids by Liquid-liquid Extraction Based on their Acid-base Properties: a Green Chemistry Approach*. Submetido para *Journal of Chemical Education* em fevereiro de 2020.

Relatório financeiro (*tabela de rubricas e gastos; anexar comprovativos?*)

Para a implementação deste projeto foi necessário adquirir vários reagentes, que não existem disponíveis nos nossos laboratórios, e ainda repor algum do material de vidro partido e solventes deuterados. Os reagentes adquiridos incluem padrões comerciais de diversos pigmentos vegetais necessários para a identificação e caracterização dos pigmentos extraídos; solventes deuterados para as análises por espectroscopia de RMN; reagentes previstos para a análise da atividade antioxidante (DPPH e alfa-tocoferol).

Referência	Tipo produto/consumível	Quantidade	Preço s/ IVA	Preço c/ IVA
CFL3-103-012	Balao Erlenmeyer 100 ml IN 24/29 Boro 3.3 LABBOX	1	50,75	62,42
FUS3-075-012	Funil vidro Boro 3.3 Ø 75 mm haste curta Cx 12 LABBOX	1	22,68	27,90
WDIN-080-010	Vidro Relógio 80 mm caixa 10 un LABBOX	2	11,045	27,17
SVSN-C06-306	Vial roscado vidro branco c/ tampa e junta EPE 6 ml caixa 306 LABBOX	1	45,47	55,9281
SVSN-C19-195	Vial roscado vidro branco c/ tampa e junta EPE 19 ml caixa 195 LABBOX	1	44,74	55,0302
VFK3-005-002	Balão Volumétrico Vidro Boro 3.3 Classe A 5 ml IN 10/19 caixa 2 un LABBOX	6	4,56	33,65
VFK3-010-002	Balão Volumétrico Vidro Boro 3.3 Classe A 10 ml IN 10/19 caixa 2 un LABBOX	8	4,53	44,5752
MORK-060-001	Almofariz 60 mL	2	4,94	12,1524
			Sub-total	318,83
CFL3-103-012	Balao Erlenmeyer 100 ml IN 24/29 Boro 3.3 LABBOX	1	50,75	62,42
FUS3-075-012	Funil vidro Boro 3.3 Ø 75 mm haste curta Cx 12 LABBOX	1	22,68	27,90
WDIN-080-010	Vidro Relogio 80 mm caixa 10 un LABBOX	2	11,045	27,17
SVSN-C06-306	Vial roscado vidro branco c/ tampa e junta EPE 6 ml caixa 306 LABBOX	1	45,47	55,9281
T3251-0005	(±)-alfa-tocopherol, Sigma, 5g	1	17,10	21,03
151807-0010- GL	Acetonitrilo-d3, 99.8 atom %, Aldrich, 10g		69,00	84,87
94099-10MG	Cyanidin chloride 94099-10MG		178,00	218,94
			Sub-total	324,84
Dimethylsulphoxide D6 >99.8%			Sub-total	342,14
			Total	985,81

Solicita-se o envio do Relatório por correio eletrónico para: sec-mjc@reitoria.uminho.pt

Inscrever no assunto: Relatório Projeto IDEA_nome e sobrenome do coordenador