

Universidade do Minho
Escola de Ciências

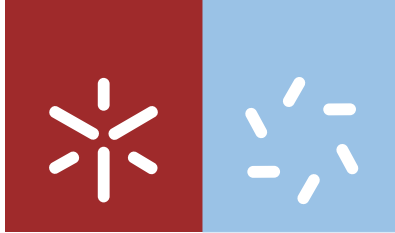
José Joaquim de Oliveira Teixeira

Relatório de atividade profissional
Mestrado em Ciências - Formação Contínua
de Professores
Área de Especialização em Biologia e Geologia

Relatório de atividade profissional
Mestrado em Ciências - Formação Contínua de Professores
Área de Especialização em Biologia e Geologia

UMinho|2017

janeiro de 2017



Universidade do Minho
Escola de Ciências

José Joaquim de Oliveira Teixeira

Relatório de atividade profissional
Ao abrigo do Despacho RT-38/2011

Mestrado em Ciências - Formação Contínua
de Professores
Área de Especialização em Biologia e Geologia

Trabalho efetuado sob a supervisão do
Professor Doutor Rui Pedro Soares de Oliveira

Agradecimentos

Agradeço o apoio, a orientação e organização do trabalho, a disponibilidade e as sugestões preciosas do Professor Doutor Rui Pedro Soares de Oliveira, assim como a simpatia e o encorajamento inicial da Professora Doutora Maria Teresa Almeida.

Agradeço também a todos aqueles que em momentos diversos, sempre da melhor forma, estiveram presentes para me auxiliar e incentivar.

Particularmente à minha Família, à Eugénia, à Márcia e ao Duarte, agradeço o carinho e, sobretudo, a compreensão pelas minhas “ausências”.

Muito obrigado!

Resumo

A elaboração deste relatório tem como objetivo principal ir ao encontro do teor do despacho RT-38/2011, de 21 de junho, da Reitoria da Universidade do Minho, a fim de que, no cumprimento do seu ponto número 3, o mesmo possa constituir-se como elemento central no processo de obtenção do grau de Mestre em Ciências – Formação Contínua de Professores – Área de Especialização em Biologia e Geologia.

O trabalho elaborado, cujo resultado substantivo corresponde ao presente documento, estrutura-se em três partes. A primeira parte versa sobre aspetos vários relacionados com o importante papel desempenhado pelos micróbios na natureza e, particularmente, acerca da sua utilidade para o homem. Os assuntos aí desenvolvidos vão ao encontro dos conteúdos propostos para o tópico específico “Microrganismos e Indústria Alimentar” que é abordado no âmbito do estudo da Unidade 4 do programa da disciplina de Biologia do 12.º ano de escolaridade. Procede-se, pois, a uma abordagem transversal que, muito embora vá para além do tratamento e aprofundamento dos conteúdos programáticos porquanto é necessário contextualizar os temas em análise, incide com maior relevo sobre os processos de fermentação láctica e alcoólica realçando a importância histórica e civilizacional de três alimentos – o pão, o vinho e o queijo pelo papel que, com maior ou menor preponderância individual, cada um teve na evolução das principais civilizações humanas. É ainda enfatizada a relevante ação das leveduras no âmbito dos processos tradicionais e industriais de fermentação, bem como a sua importância e centralidade em processos biotecnológicos mais recentes.

O cabal cumprimento do disposto no, atrás referido, ponto número 3, implica que, em alternativa à dissertação, se proceda à elaboração de um relatório detalhado sobre a atividade profissional do candidato onde se inclua a discussão das experiências e competências adquiridas, pelo que tal desiderato cumpre-se na segunda e terceira partes deste documento. Desenvolve-se aí, tanto quanto possível, a exposição do conjunto das referidas experiências e competências que, no âmbito da sua atividade, ao longo de 21 anos de carreira, o autor adquiriu e, concomitantemente, faz-se a necessária e conveniente reflexão sobre a relevância e a oportunidade com que cada uma delas terá contribuído para o enriquecimento científico e valorização do seu desempenho profissional enquanto docente, bem como para a facilitação e melhoria da qualidade das aprendizagens dos respetivos alunos.

Abstract

This report mainly aims at matching the content of the dispatch RT- 38/2011, 21st June, from Minho University Rectorship so that, in accordance to point number three, it can stand out as a central element in the process of obtaining the grade of Master in Biology and Geology - lifelong formation of teachers- Specialization area in Biology and Geology.

The elaborated work, whose substantive result corresponds to the present document, falls into three parts. The first one deals with several aspects that are bound up with the paramount role which is played by the microbes in the nature and, particularly, with its usefulness to man. The issues that are developed suit the contents which are proposed for the specific topic “Microorganisms and Food Industry”, which is approached in close connection with the Biology syllabus unity 4 study of the 12th grade of schooling. A transversal approach is thus followed, which, despite going beyond the treatment and deepening of the programmed contents inasmuch as it is necessary to contextualize the themes that are being analysed, highlights with a greater relevance the milky and alcoholic fermentation processes enhancing the historical and civilizational importance of three food products - bread, wine and cheese because of the role, which with greater or smaller individual preponderance, each of them has played in the evolution of the main human civilizations. The relevant action of the yeasts within the scope of the traditional and industrial fermentation processes, as well as its importance and crucial role in the most recent biotechnological processes, are still emphasised.

The accurate accomplishment of what is disposed, in the above-mentioned number 3, implies that in alternative to the dissertation, one makes the elaboration of a detailed report about the candidate’s professional activity that should comprise the discussion of the acquired experiences and competences, a desideratum which is fulfilled in the second and third parts of this document. The exposition of all these experiences and competences, that in the scope of his activity, throughout 21 years of career the author has got, is as far as possible here developed and, simultaneously, the necessary and convenient reflection on the relevance and opportunity with which each of them will have made for the scientific enrichment and improvement of his professional performance as a teacher as well as to the facilitation and improvement of the respective students’ learning quality.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Lista de abreviaturas	xiii
Lista de figuras.....	xiv
Lista de tabelas	xvi
Introdução.....	1
Parte I - Enquadramento Científico.....	3
1. A biotecnologia	3
2. Micróbios e sua importância para a humanidade	7
2.1. Os micróbios e a engenharia genética	11
2.1.1. Utilização comercial de produtos sintetizados por micróbios recombinantes.....	14
2.1.2. Os micróbios recombinantes e a biorremediação	16
2.2. Os micróbios e os alimentos.....	18
2.2.1. Os micróbios e os alimentos fermentados	18
2.2.1.1. Aspectos básicos da fermentação microbiana	20
2.2.1.2 O pão.....	22
2.2.1.2.1. Origem e evolução do pão fermentado	23
2.2.1.2.2. A centralidade do trigo (e do centeio) na elaboração do pão.....	24
2.2.1.2.3. Fermento tradicional versus fermento industrial	27
2.2.1.3 O vinho	29
2.2.1.3.1 As origens do vinho e da vinha	29
2.2.1.3.2. A presença das leveduras nas uvas.....	30
2.2.1.3.3. A fermentação alcoólica do sumo de uvas frescas (mosto do vinho).....	31
2.2.1.3.4. Vias metabólicas de degradação dos açúcares do mosto do vinho	33
2.2.1.3.4.1. Efeito Pasteur e efeito Crabtree	35
2.2.1.3.5. Balanço final do processo de vinificação.....	38
2.2.1.4 Queijo	41
2.2.1.4.1. A produção e a composição do queijo	41

2.2.1.4.2. Caracterização e papel das bactérias lácticas na fermentação dos produtos lácteos	45
2.2.1.4.3. Transporte de açúcares através da membrana plasmática nas bactérias.....	47
2.2.1.4.4. A quimosina e a coagulação do leite	52
2.2.1.4.5. Etapas básicas comuns à produção da maioria dos queijos	52
3. Micróbios com interesse alimentar.....	55
3.1. A fermentação e a conservação dos alimentos	55
3.1.1. A industrialização dos processos de fabrico de produtos fermentados.....	55
3.1.2. Diversidade microbiana no processamento de alimentos	56
3.1.3. Melhoria dos parâmetros de eficiência, qualidade e confiabilidade da fermentação	59
3.2. As leveduras.....	59
3.2.1. Metabolismo e exigências nutricionais das leveduras	62
3.2.2. A levedura como modelo celular eucariota.....	63
3.2.3. Exploração da diversidade natural e diversidade artificial das leveduras	64
3.2.4. Outros exemplos da utilidade e da ação benéfica das leveduras	67
3.2.5. Atividades prejudiciais das leveduras.....	69
3.2.5.1. Leveduras patogénicas para o homem.....	70
4. A indústria alimentar	71
4.1. Produtos fermentados e sua importância económica	72
4.1.1. Setor da Panificação e Pastelaria Industriais	73
4.1.2. Setor do vinho.....	73
4.1.3. Setores do queijo e dos iogurtes	76
5. Novas aplicações das leveduras.....	79
5.1. Produção de nutrientes	79
5.2. Produção de nutracêuticos	82
5.3. Produção de medicamentos	85
6. Segurança na utilização da tecnologia de ADN recombinante na produção de produtos para consumo humano.....	89
6.1. Situação atual das culturas geneticamente modificadas no mundo	89
6.2. Segurança dos produtos transgénicos usados para consumo humano	91
6.2.1. Benefícios das culturas geneticamente modificadas	92

6.2.2. Riscos na utilização de culturas geneticamente modificadas	93
7. Perceção da sociedade sobre os alimentos obtidos pela tecnologia de ADN recombinante ...	95
Conclusão	99
Parte II - Apresentação e discussão de projetos desenvolvidos com os alunos e no âmbito da comunidade educativa	101
1. Olimpíadas do Ambiente.....	101
2. Projeto de Promoção e Educação para a Saúde	101
3. Desempenho dos cargos de Delegado de Grupo Disciplinar de Biologia e Geologia e de Representante de Departamento Curricular de Ciências Físico-Químicas e Naturais	103
4. Desempenho dos cargos de Vice-Presidente do Conselho Executivo e de Subdiretor	104
4.1. Projetos em que o autor colaborou no âmbito do desempenho dos cargos de Vice-Presidente do Conselho Executivo e de Subdiretor	106
4.1.1. Dias da Ciência e da Tecnologia	106
4.1.2. Projeto Limpar Portugal	108
4.1.3. Projeto Escola Eletrão	108
4.1.4. Projeto TWIST - 2011/2012	109
4.1.5. Estudo Principal do Projeto TALIS - <i>Teaching and Learning International Survey</i>	111
4.1.6. Estudo PISA (<i>Programme for International Student Assessment</i>) 2012.....	112
5. Outras atividades desenvolvidas.....	113
Parte III – Formação	115
1. Formação Científica e Didático-pedagógica.....	115
2. Formação no domínio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).....	122
3. Formação nas vertentes da Administração Escolar e Administração Educacional	124
4. Formação ministrada.....	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
Anexos	137

Lista de abreviaturas

Taq – *Thermus aquaticus*.

MFC – *Microbial fuel cell*.

FDA - *Food and Drug Administration*.

OGM – Organismos geneticamente modificados.

GRAS – *Generally Recognized as Safe*.

IMFC – *Inventory of Microbial Food Cultures*.

IVV – Instituto da Vinha e do Vinho.

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho.

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*.

SCP – *Single cell protein*.

FIM – Fundação para a Inovação na Medicina.

OMS – Organização Mundial da Saúde.

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

FAO - *Food and Agriculture Organization*.

UE27 – União Europeia dos 27.

UE25 – União europeia dos 25.

AO – Olimpíadas do Ambiente.

PES – Projeto de Educação para a Saúde.

PNSO – Plano Nacional de Saúde Oral.

AMB3E – Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos.

REEE – Resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos.

TALIS - *Teaching and Learning International Survey*.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.

PISA - *Programme for International Student Assessment*.

PNLN – Parque Natural Litoral Norte.

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação.

DREN – Direção Regional de Educação do Norte.

EFA – Educação e Formação de Adultos.

CFFH – Centro de Formação Francisco de Holanda.

Lista de figuras

- Figura 1 - Princípio de funcionamento de uma célula de combustível microbiana.
- Figura 2 - Inserção de ADN recombinante para que a replicação do gene exógeno ocorra naturalmente.
- Figura 3 – Clonagem da insulina humana em *E. coli*.
- Figura 4 – Acoplamento das reações anabólicas e catabólicas.
- Figura 5 – Fermentação.
- Figura 6 – Pão não fermentado (pão ázimo).
- Figura 7 – Gravura egípcia onde é possível observar as diferentes fases associadas ao processo de panificação.
- Figura 8 – Corte longitudinal de um grão de trigo, identificação e caracterização de cada componente.
- Figura 9 – Pão fermentado evidenciando o grande número de alvéolos internos.
- Figura 10 – Pão de milho (broa) tradicional português da região do Minho.
- Figura 11 – Representação egípcia da vindima, do lagar, do pisar das uvas e das ânforas já fechadas (como sugestão do seu armazenamento).
- Figura 12 – Uvas (A) e mirtilos (B) recobertos com a película de pruína.
- Figura 13 – Mosto de vinho tinto onde se observam as cascas e as sementes das uvas, bem como a espuma resultante do borbulhar do líquido em reação à intensa libertação de dióxido de carbono.
- Figura 14 – Glicólise (a) e fermentação alcoólica (b).
- Figura 15 – Fermentação alcoólica em *S. cerevisiae*.
- Figura 16 – Evolução da microbiota durante o processo de vinificação.
- Figura 17 – “Separação” do leite em queijo e soro do leite.
- Figura 18 – Esquema representativo das fases principais do fabrico do queijo.
- Figura 19 - Sistemas de transporte de açúcares em bactérias.
- Figura 20 - Via glicolítica do metabolismo da lactose em bactérias lácticas.
- Figura 21 – Comparação dos estereoisómeros frutose e tagatose.
- Figura 22 – Via fosfoctolase do metabolismo da lactose em bactérias lácticas.
- Figura 23 – Ultra estrutura celular de uma levedura típica.
- Figura 24 - Visão geral de algumas estratégias passíveis de serem utilizadas na obtenção de estirpes de leveduras “superiores” com finalidades industriais.

Figura 25 – Biotecnologia das leveduras - diversidade de aplicações.

Figura 26 – Evolução do comércio mundial de vinho ao longo dos últimos 15 anos.

Figura 27 – Mapa global de países produtores e mega produtores de variedades geneticamente modificadas em 2015.

Figura 28 – Resultados do estudo sobre o nível de conhecimento acerca de alimentos GM, realizado na UE27.

Figura 29 – Evolução da opinião pública acerca da utilização de alimentos GM, UE27.

Figura 30 – Palestra sobre educação sexual para alunos do 9.º ano de escolaridade.

Figura 31 – Iniciativas dos “Dias da Ciência e da Tecnologia 2010”.

Figura 32 – Microsite criado no âmbito dos “Dias da Ciência e da Tecnologia.

Figura 33 – Participação da Escola Secundária de Fafe no projeto “Limpar Portugal”.

Figura 34 – Algumas ações do projeto Escola Eletrão.

Figura 35 – Palestra sobre eficiência energética e energias renováveis, realizada na Escola Secundária de Fafe.

Figura 36 – Campanha de sensibilização através do “Embelezamento das rotundas” na cidade de Fafe.

Figura 37 – Entrega do 1.º prémio Twist, em Lisboa.

Lista de tabelas

- Tabela 1 – Grupos de alimentos fermentados e respetivos exemplos. Tabela 2 – Espécies pertencentes ao género *Lactobacillus* associadas à produção de queijo, agrupadas por tipo de fermentação láctica.
- Tabela 3 – Diversidade bacteriana com interesse alimentar.
- Tabela 4 – Diversidade de fungos com interesse alimentar.
- Tabela 5 – Hierarquia taxonómica da levedura *S. cerevisiae*.
- Tabela 6 – Alguns contributos das leveduras para as ciências biológicas.
- Tabela 7 – Importância das leveduras na pesquisa biomédica.
- Tabela 8 – Leveduras patogénicas comuns.
- Tabela 9 - Tipo e número de agentes económicos registados por região vitivinícola.
- Tabela 10 – Principais exportadores de vinho (exceto mostos), em volume e em valor.
- Tabela 11 – Principais países consumidores de vinho e respetivos consumos no período 2011-2015.
- Tabela 12 - Produção biológica de nutracêuticos através da engenharia metabólica em diferentes hospedeiros
- Tabela 13 – Medicamentos comerciais produzidos por leveduras geneticamente modificadas e respetivas áreas terapêuticas relacionadas.
- Tabela 14 – Benefícios das culturas geneticamente modificadas.
- Tabela 15 – Resultados escolares 2015/2016: comparação das taxas de sucesso dos vários anos curriculares/modalidades de ensino do Agrupamento de Escolas de Fafe com as taxas de sucesso respetivas a nível nacional.

Introdução

Tendo como referencial as orientações emanadas do Guião disponibilizado pela Comissão Diretiva deste Mestrado para a elaboração do presente relatório, deverá o mesmo iniciar-se pelo enquadramento científico da atividade desenvolvida pelo mestrando no exercício de funções docentes na área de especialidade do respetivo grupo de recrutamento. Nesse sentido, o enquadramento poderá versar sobre um tópico específico ou sobre o programa de um determinado ano de escolaridade, que o mestrando tiver lecionado.

O autor optou por enquadrar cientificamente o tópico “**Microrganismos e Indústria Alimentar**”, sendo que na pesquisa efetuada foi dado particular enfoque aos processos de fermentação láctica e alcoólica e à importância da utilização das leveduras na obtenção de produtos com interesse económico.

A escolha deste tópico encontra o seu fundamento em aspetos diversos e de diferente natureza, desde logo relacionados com questões pessoais e curriculares.

Pessoais – ao longo de todo o seu percurso escolar, desde o ensino secundário até ao final do ensino universitário, o autor sempre teve a microbiologia como área predileta de estudo, interessando-o de forma particular a imensa diversidade de micróbios e, principalmente, a capacidade destes se desenvolverem e proliferarem praticamente em todos os locais do planeta. Não menos determinante, para efeitos da escolha, foi o facto de a abordagem do tema permitir a exploração de assuntos conexos, atuais e de grande interesse como sejam a aplicabilidade das bactérias e, muito particularmente, das leveduras em áreas tão diversas como a biorremediação e o estudo de alguns aspetos da genética humana, ou a produção de medicamentos e a utilização de leveduras na produção de alimento.

Curriculares – o programa de biologia do 12.º ano encontra-se, na ótica do autor, particularmente bem construído e constitui para os alunos uma excelente oportunidade de aprofundarem e organizarem mentalmente um largo conjunto de conhecimentos que, de forma dispersa e desarticulada, vieram adquirindo desde o 2.º Ciclo do Ensino Básico. Acresce ainda que, no âmbito do cumprimento do programa, os alunos são confrontados com questões atuais e pertinentes nomeadamente aquelas que dizem respeito à necessidade de dar resposta a questões prementes tais como a escassez de alimentos relacionando-as, criticamente, com as alternativas disponíveis ou em desenvolvimento.

Releva-se ainda o facto do tema em questão requerer atualizações frequentes, porquanto se registam regularmente novas descobertas e avanços científicos, o que só por si justifica a sua reavaliação por via de pesquisa bibliográfica recente e atualizada.

Assim, expostas as razões principais que estiveram na base da seleção do tema “Microrganismos e Indústria Alimentar”, segue-se a apresentação dos dados obtidos, e organizados, em resultado da pesquisa bibliográfica desenvolvida.

Parte I - Enquadramento Científico

1. A biotecnologia

Embora em muitos contextos persista em ser encarada como algo relativamente recente e como um inovador desenvolvimento técnico, a biotecnologia enquanto processo intencional utilizado no sentido da produção de novos alimentos com recurso a técnicas específicas existe já há vários milhares de anos. Neste sentido as origens da biotecnologia remontam certamente às civilizações mais antigas da espécie humana. As pesquisas efetuadas indicam que o homem utiliza o processo de fermentação há mais de 10.000 anos [1] e alguns achados arqueológicos e vestígios de restos de matérias-primas dessa época, como por exemplo as grainhas das uvas, apontam claramente para que os primeiros processos biotecnológicos tenham sido fermentações alcoólicas. Sensivelmente na mesma altura ter-se-á descoberto também a fermentação láctica de derivados do leite [2].

As mesmas pesquisas apontam para que tenham sido os Sumérios quem descobriu e utilizou pela primeira vez a fermentação alcoólica e, há cerca de 6.000 anos, os Egípcios terão começado a produzir pão fermentado [3]. Este período, certamente caracterizado por descobertas acidentais posteriormente replicadas, é, segundo Atkinson [4], o primeiro período da evolução histórica da biotecnologia, que se prolongou até ao início do séc. XIX, sendo classificado como o período da ignorância.

Seguindo esta linha de reconstrução histórica constata-se que ao longo dos séculos a utilização dos processos de fermentação para produção de pão, derivados do leite e bebidas alcoólicas (vinho e cerveja) tornou-se cada vez mais comum e os respetivos processos foram alvo de contínuos aperfeiçoamentos. Note-se, contudo, que apenas o conhecimento empírico das técnicas e a sua cuidadosa replicação iam garantindo o relativo sucesso da produção, na medida em que o conhecimento científico e a compreensão dos processos não eram ainda possíveis.

Apenas na segunda metade do século XVII, num primeiro momento por intermédio de Robert Hooke, em 1665, com a descoberta das “células” num pedaço de cortiça, e cerca de 10 anos depois, na sequência da construção de um “microscópio” com um poder de ampliação de 270 vezes, Antonie Van Leeuwenhoek tornou possível, pela primeira vez, a visualização dos micróbios [5]. Um novo mundo, anteriormente invisível, foi revelado ao homem. Entretanto, dois séculos mais tarde, Louis Pasteur, na sequência das suas descobertas, demonstrou no seu livro “*Étude*

sur la bière" que a levedura é responsável pela fermentação. Concluiu ainda que o vinho e a cerveja estragavam-se devido à presença de bactérias lácticas que eram responsáveis pela ocorrência de fermentação láctica [6, 7]. Contemporâneo de Pasteur, Robert Koch, inspirado por alguns trabalhos do primeiro, aprofundou os seus próprios estudos sobre micróbios, com particular destaque para as bactérias. Deveu-se a ele, em 1882, o desenvolvimento dos primeiros meios de cultura sólidos que permitiram o isolamento de culturas. Este avanço veio possibilitar o desenvolvimento de culturas microbianas puras para serem usadas em fermentações industriais. Graças a esta nova possibilidade, ainda no início do século XX, os processos de produção de acetona, butanol, glicerol e ácido cítrico tornaram-se uma realidade a nível industrial. Esta fase da biotecnologia caracterizou-se fundamentalmente pelo surgimento e desenvolvimento da microbiologia.

A acumulação de novas descobertas, o aperfeiçoamento e o desenvolvimento de novas técnicas permitiram que nos anos 20 do século passado a biotecnologia tivesse progredido para um novo patamar, o da utilização de micróbios com o objetivo de promover a síntese de novos compostos químicos extracelulares. Muito embora a descoberta da penicilina por Alexander Fleming, em 1928, tenha sido absolutamente acidental, este antibiótico veio a constituir-se, alguns anos mais tarde, como um dos símbolos do século XX e representou uma revolução na medicina mundial. Note-se, contudo, que a efetiva produção de penicilina em quantidade e qualidade, que possibilitassem a sua utilização no combate a doenças, apenas se tornou possível no início dos anos 40 do século passado. Sucede, porém, que apesar da substância ter sido responsável pela cura de muitos milhares de soldados feridos durante a segunda guerra mundial a sua produção ficava muito aquém das reais necessidades e, por isso, era muito escassa na Europa. Mais tarde, após ter sido ultrapassada a fase em que o meio de cultura utilizado para o desenvolvimento de *Penicillium notatum* (entretanto renomeada como *Penicillium chrysogenum*, espécie pertencente ao Reino Fungi), responsável pela produção da penicilina, eram melões podres, tendo em vista a satisfação das necessidades emergentes relativas a este medicamento, passou a cultivar-se o referido fungo em grandes tanques de fermentação.

O incremento progressivo do conhecimento proveniente dos grandes avanços verificados ao nível da microbiologia e da bioquímica possibilitaram, particularmente a partir dos anos 70 do século passado, a compreensão da grande diversidade de reações químicas que ocorrem no interior das células e a correta identificação de cada um dos compostos químicos, iniciais, intermédios e finais que nelas intervêm e delas resultam.

Ainda no decurso dos anos 70, e com maior expressão nas duas últimas décadas do século passado, assistiu-se a um enorme salto qualitativo da biotecnologia. Por oposição à biotecnologia tradicional que, recorrendo exclusivamente a processos naturais, serviu ao longo de muitos séculos, essencialmente, para produzir vinho, cerveja, pão, queijo e muitos outros alimentos, desenvolveu-se nesta fase a “nova” ou “moderna” biotecnologia que passou a incluir a manipulação genética, nomeadamente a utilização da tecnologia do DNA recombinante. Pela primeira vez na história da humanidade tornou-se possível a manipulação do genoma dos micróbios e a concretização de técnicas de fusão celular. Desde então os “produtos” biotecnológicos têm exercido um impacto cada vez mais significativo sobre a qualidade da vida do homem e sobre a economia mundial. As áreas de intervenção da biotecnologia diversificaram-se rapidamente e estenderam-se também às técnicas de diagnóstico, prevenção e cura de doenças, à produção de novos, e mais baratos, produtos bioquímicos, com particular destaque para os nutrientes, nutracêuticos e medicamentos. A biotecnologia tem ainda contribuído de forma cada vez mais significativa para o aumento da produção de recursos alimentares e biomassa, para a proteção do meio ambiente por via da realização de processos biológicos de despoluição de efluentes, descontaminação (biorremediação) e transformação de resíduos e na produção de energia.

2. Micróbios e sua importância para a humanidade

«Domestication of plants and animals promoted humanity's transition from nomadic to sedentary lifestyles, demographic expansion, and the emergence of civilizations. In contrast to the well-documented successes of crop and livestock breeding, processes of microbe domestication remain obscure, despite the importance of microbes to the production of food, (...)».

Libkind Diego, *et al.* [8].

Considerados, e assim rotulados pela generalidade da sociedade, como meros agentes causadores de doenças em plantas e animais, os micróbios assumem, uma importância central na garantia e manutenção da vida no nosso planeta, bem como, desde há muitos séculos e com maior incidência nas últimas décadas, têm vindo a “conquistar” uma relevância crescente no âmbito de inúmeras atividades humanas, nomeadamente a nível da produção de alimentos, medicamentos e outros produtos de interesse industrial.

Os micróbios constituem um grupo muito variado de seres vivos que, entre algumas outras características, partilham o facto de não serem visíveis à vista desarmada. A grande maioria deles é unicelular, ainda que alguns apresentem multicelularidade. O grupo inclui tanto procariontes (bactérias) como eucariontes (protozoários, algas e fungos). Estes seres encontram-se disseminados praticamente em todos os ambientes existentes no planeta, muitas vezes em condições extremas, vivendo livremente ou colonizando, por via de diferentes tipos de relações tróficas, outros organismos. Muito embora possamos, com relativa facilidade, criar a ideia de que se trata de seres francamente simples, porquanto são maioritariamente unicelulares ou multicelulares cuja diferenciação celular é praticamente inexistente, parece-nos importante, neste particular, destacar a elevada complexidade funcional que necessariamente está presente em cada um deles. Sendo verdade que neles não há, nem morfológicamente, nem fisiologicamente, especialização celular é, no entanto, facto assente que, por terem de executar individualmente o conjunto de todas as funções inerentes a um ser vivo, cada célula comporta-se como um indivíduo [9, 10, 11].

Sabe-se, hoje, que muitos micróbios desempenham um papel essencial na manutenção do equilíbrio de todos os outros seres vivos e na distribuição e disponibilização, em condições bio-utilizáveis, de uma grande quantidade de nutrientes nos ecossistemas [11]. Os micróbios aquáticos são também fundamentais na medida em que nos lagos, rios e oceanos constituem a

base das respetivas cadeias alimentares. É ainda fundamental a função dos micróbios que, no solo, participam na degradação dos detritos e na incorporação do azoto atmosférico em compostos orgânicos assimiláveis pelas plantas, garantindo deste modo o funcionamento dos ciclos da matéria, e a consequente reciclagem dos elementos químicos, entre os vários subsistemas do planeta. A fotossíntese, processo crucial para a vida de inúmeros seres porquanto a ela está associada a produção de compostos orgânicos e a libertação de oxigénio (O_2), é também desenvolvida por alguns micróbios.

De forma ainda mais próxima poder-se-á referir o facto de determinados micróbios que, habitando o sistema digestivo do homem e de muitos outros animais, aí assumem importância determinante nos processos de regulação, digestão e síntese de vitaminas essenciais, nomeadamente algumas do complexo B e a vitamina K.

Sob o ponto de vista comercial os micróbios possuem também muitas aplicações e são utilizados na síntese de produtos químicos variados, tais como ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, álcoois e muitas outras moléculas. Ainda neste âmbito merece particular realce a indústria alimentar que utiliza os micróbios a fim de que, atuando sobre matérias primas diversas, promovam a produção em larga escala de uma significativa variedade de produtos que entram na alimentação diária da população humana, tais como: pão, vinho, cerveja e outras bebidas alcoólicas, queijo, iogurte, manteiga, vinagre, pickles, azeitonas verdes, molho de soja, entre outros [10].

Apesar da utilização e rentabilização dos micróbios, por parte do homem, em processos de biotransformação da matéria atingir hoje níveis nunca antes alcançados, o interesse na procura de novos micróbios continua no seu auge. Mantém-se, pois, nesta área um esforço no sentido de encontrar novos micróbios com características de interesse para utilização na indústria da microbiologia sendo que as pesquisas, para além de se estenderem a uma variedade crescente de ambientes, continuam a incidir sobre ambientes que já vêm sendo estudados há várias décadas. Esta insistência justifica-se na medida em que apenas uma porção diminuta das espécies de micróbios, dentre o total que já se sabe existir, foi até ao momento isolada e alvo de estudo. Muito embora existam técnicas moleculares que possibilitam a obtenção de informação acerca desses micróbios, não deixa de ser significativo o facto de que a maior parte dos micróbios que já foi possível observar na natureza, não tenham ainda sido cultivados ou identificados [9].

O grande interesse associado ao estudo da diversidade e ecologia microbianas e, especialmente, aos micróbios extremófilos permitiu uma rápida expansão do número de micróbios conhecidos com interesse para novas finalidades na área da microbiologia industrial e biotecnologia. A este propósito, e a título de exemplo, poderemos referir o enorme potencial associado às enzimas das bactérias termófilas que têm atividades elevadas a temperaturas elevadas o que as torna utilizáveis em processos industriais que requerem elevadas temperaturas. Um exemplo muito concreto é a ADN polimerase de *Thermus aquaticus* (*Taq* DNA polimerase) [12], que é usada na amplificação de ADN (Polymerase Chain Reaction - PCR) tendo-se tornado uma técnica essencial na investigação em biologia molecular, designadamente ao nível do diagnóstico clínico de doenças genéticas e no âmbito de procedimentos de investigação utilizados pela polícia científica.

No que concerne à obtenção e produção de energia, os micróbios desempenham papéis de extrema importância que poderá ser comprovada pelo facto de grande parte do gás natural ser de origem bacteriana, bem como poder-se-á referir ainda os micróbios fototróficos que, utilizando a energia luminosa, convertem o dióxido de carbono atmosférico em compostos orgânicos produzindo grandes quantidades de biomassa. Esta biomassa, juntamente com uma grande variedade de outros materiais orgânicos não utilizados, ou inutilizados, tais como excedentes da produção agrícola, resíduos domésticos e produtos de excreção animal, são em muitas situações, através de processos degradativos de decomposição convertidos em “biocombustíveis” aproveitáveis pelo homem, tais como o metanol e o etanol [10]. Ainda a este propósito será oportuno fazer referência às *microbial fuel cells* (MFCs) – células de combustível microbianas, que correspondem, basicamente, a dispositivos capazes de converter energia química em energia elétrica, através de reações químicas catalisadas por micróbios [13]. Simplificadamente, as MFCs consistem de um dispositivo com dois compartimentos, sendo um deles anaeróbio (onde se localiza o ânodo) e outro aeróbio (onde se encontra o cátodo). Normalmente estes dois compartimentos encontram-se separados por uma membrana que impede a difusão de O_2 para o interior da câmara anódica, mas permite a passagem dos prótons gerados nesta para a câmara catódica. Muito embora existam outras configurações possíveis, a Figura 1 representa um diagrama esquemático de uma MFC com duas câmaras.

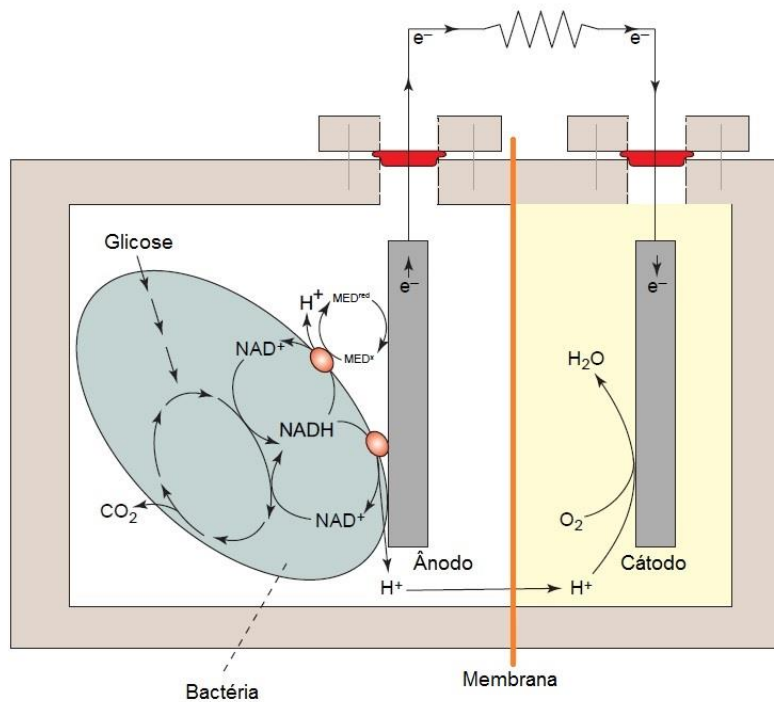


Figura 1 - Princípio de funcionamento de uma célula de combustível microbiana. O substrato é metabolizado por bactérias, que transferem os elétrons ganhos ao ânodo. Adaptada de [14].

Segundo Rabaey *et al.* [14] o conceito de utilização de micróbios como catalisadores em células de combustível começou a ser explorado a partir de 1970 e as MFCs enquanto tecnologia para o tratamento de águas residuais domésticas foram apresentadas em 1991. Contudo, só mais recentemente é que as células de combustível microbianas, capazes de uma mais eficiente produção de energia elétrica, foram desenvolvidas representando, hoje, novas oportunidades para a produção sustentável de energia a partir da oxidação de compostos biodegradáveis. As MFCs podem ser utilizadas em substratos constituídos por diferentes tipos de glicídios mas também em substratos complexos presentes em águas residuais, resíduos poluentes e desperdícios vários, podendo assumir neste âmbito um papel determinante na produção de energia elétrica e, concomitantemente, na área ambiental [14].

Os micróbios podem ainda ser úteis para acelerar o processo natural de limpeza, por meio da degradação, de poluentes resultantes de atividades antrópicas e libertados no meio ambiente. Este processo, denominado “biorremediação microbiana”, pode ser utilizado para consumir óleos derramados, solventes, pesticidas e outros poluentes tóxicos para o ambiente e é desenvolvido por micróbios existentes na natureza, devidamente identificados e estudados.

2.1. Os micróbios e a engenharia genética

Quando, em 1972, cientistas da Universidade de Stanford, nos Estados Unidos da América, conseguiram ligar sequências de DNA de *Escherichia coli* ao ADN do vírus *Simian papillomavirus* foi aberta a porta à manipulação do material genético dos organismos e, com isso, criada a engenharia genética [15]. O feito alcançado, que valeu a Paul Berg o prémio Nobel em 1980, teve o mérito de criar o ambiente propício ao desenvolvimento de novas pesquisas que culminaram com a obtenção dos primeiros organismos transgênicos *E. coli*, produzidos em 1973 [16]. Na ocasião Stanley Cohen, da Universidade da Califórnia, e Herbert Boyer, da Universidade de Stanford, em colaboração, desenvolveram várias experiências em que, utilizando bactérias de diferentes estirpes, conseguiram obter “novos” organismos transgênicos funcionais por via da transferência de determinados genes entre elas (Figura 2).

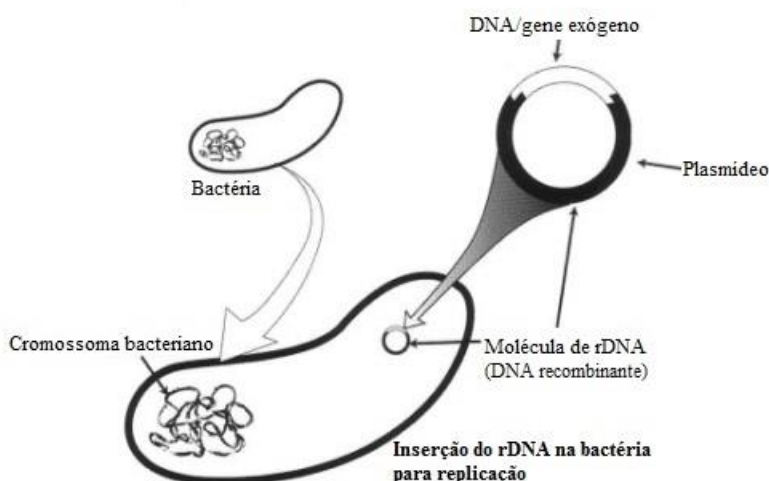


Figura 2 - Inserção de DNA recombinante para que a replicação do gene exógeno ocorra naturalmente. Herbert Boyer e Stanley Cohen foram pioneiros na utilização desta técnica. Adaptada de [17].

Os genes exógenos, previamente inseridos em vetores específicos (plasmídeos bacterianos, no caso), enquanto partes integrantes das moléculas de ADN recombinantes assim formadas, mantiveram-se estáveis após a sua captação pelas bactérias “hospedeiras” tendo sido normalmente replicados e expressados [18].

Ainda na sequência dos seus trabalhos estes cientistas, repetindo os procedimentos básicos da tecnologia do DNA recombinante, aplicaram essas técnicas a outras situações, nomeadamente a uma crescente diversidade de estirpes bacterianas e, merecendo particular destaque, procederam também à inserção de genes de anfíbios, responsáveis pela codificação do rRNA do

sapo africano da espécie *Xenopus laevis*, em plasmídeos de *E. coli* tendo demonstrado que esses genes se mantinham ativos nas bactérias transgênicas, geração após geração, levando a que as bactérias transformadas sintetizassem rRNA de *Xenopus*. O grande mérito desta última experiência consistiu na transferência horizontal de genes entre espécies muito afastadas em termos de escala evolutiva [17, 19, 20, 21], algo que na natureza, em circunstâncias específicas, ocorre com alguma frequência entre procariotas e, excepcionalmente, de procariotas para eucariotas [22].

Ainda nos anos 70 do séc. XX, mais concretamente em 1977, Itakura [23], em colaboração com outros cientistas, depois de, através de síntese química, terem produzido o gene codificador da somatostatina [peptídeo de mamífero composto por 14 resíduos de aminoácidos, com funções hormonais inibitórias sobre a secreção da hormona do crescimento (somatotrofina) e sobre a secreção da hormona estimulante da tiroide (TSH), sintetizado no pâncreas pelas células delta das Ilhotas de Langerhans] fundiram-no com o gene da beta-galactosidase de *E. coli* num dos plasmídeos usados na experiência. Na sequência da transformação da bactéria *E. coli*, em resultado da inclusão do plasmídeo quimérico, verificou-se a síntese de um polipeptídeo que incluía a sequência de aminoácidos correspondentes à somatostatina. Após o isolamento da proteína quimérica, através de procedimentos específicos realizados *in vitro*, efetuou-se a clivagem da sequência dos resíduos de aminoácidos correspondentes à somatostatina ativa. Os resultados assim obtidos representam a primeira síntese de um produto polipeptídico funcional obtido a partir da expressão de um gene quimicamente sintetizado [23].

Em 1978 David V. Goeddel [24] e outros cientistas, entre os quais alguns dos que haviam participado nas experiências que conduziram à obtenção da somatostatina, utilizando genes codificadores das cadeias polipeptídicas A e B da insulina humana, sintetizados quimicamente, e seguindo procedimentos semelhantes que incluíram, separadamente, a fusão de cada um dos genes codificadores com o gene da β -galactosidase em *E. coli* (Figura 3), obtiveram, em experiências separadas, a síntese de proteínas quiméricas que continham, para além dos resíduos de aminoácidos característicos da β -galactosidase, a sequência específica dos resíduos de aminoácidos das cadeias A e B, respetivamente [24].

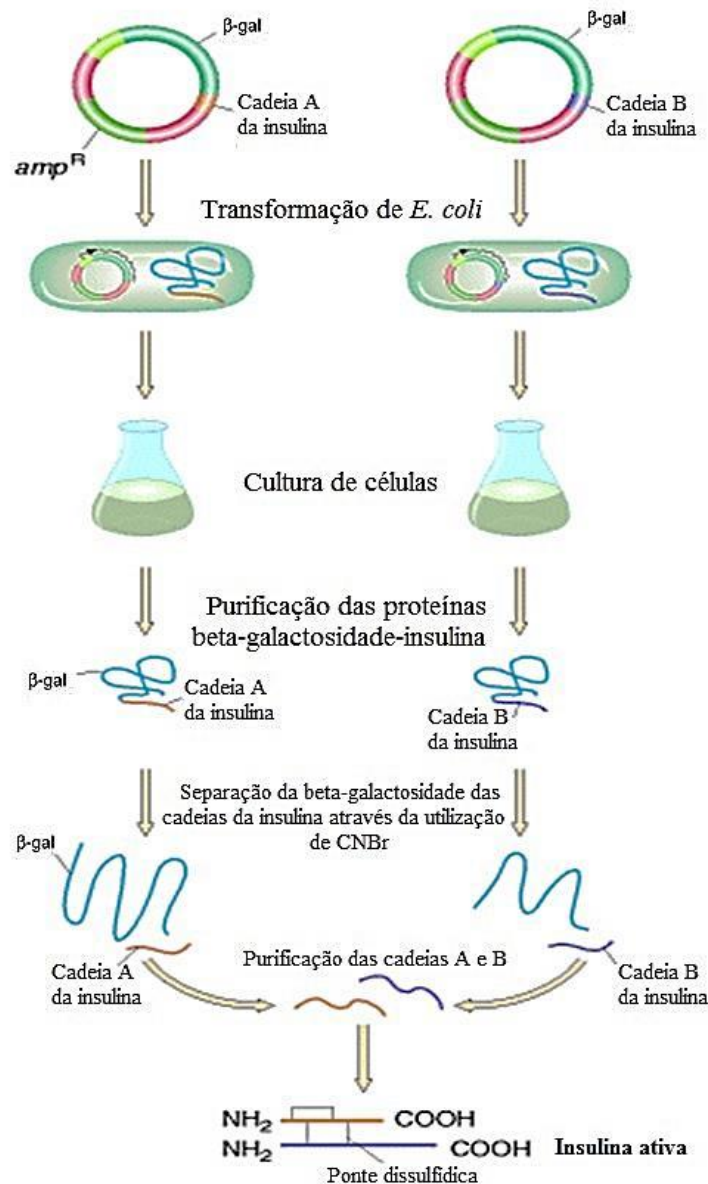


Figura 3 – Clonagem da insulina humana em *E. coli*. Adaptada de [25].

Estavam, pois, dados os primeiros e resolutos passos no desenvolvimento e apropriação das técnicas básicas necessárias à transferência de características próprias de um organismo para outro [26]. Uma inédita e promissora possibilidade de utilização intensiva dos micróbios em benefício do homem estava agora disponível por recurso à técnica do ADN recombinante.

2.1.1. Utilização comercial de produtos sintetizados por micróbios recombinantes

O início da síntese de insulina humana por recurso à tecnologia do ADN recombinante determinou o arranque de uma nova era nas áreas farmacêutica, agrícola e indústria química porquanto a sua produção em larga escala estabeleceu a viabilidade comercial de uma substância cuja formação depende da expressão de um gene humano sintetizado quimicamente e previamente incluído no genoma de outro organismo considerado, por isso, geneticamente modificado [27]. A insulina humana foi também o primeiro produto comercial obtido pela tecnologia do ADN recombinante e aprovado para uso em humanos em 29 de outubro de 1982 pela FDA (Food and Drug Administration) [28].

Cerca de três anos depois, em 1985, a FDA aprovou a comercialização da protropina (designação comercial atribuída à somatotrofina, hormona responsável pelo crescimento humano, pela *Genentech*), produzida por recurso à tecnologia do ADN recombinante para ser utilizada em crianças com deficiência na produção desta hormona. Volvidos dois anos a *Genentech*, empresa biotecnológica de engenharia genética, recebeu nova licença da FDA, desta feita para a comercialização de uma enzima recombinante responsável pela dissolução de coágulos sanguíneos em pacientes com enfarte agudo do miocárdio. Ainda no ano de 1987 a empresa farmacêutica dinamarquesa *Novo* (atualmente *Novo Nordisk*), maior produtora mundial de insulina, iniciou a comercialização da insulina humana sintetizada por *Saccharomyces cerevisiae* como um substituto potencial para a insulina humana enzimaticamente derivada da insulina suína que já vinham produzindo. [29]

As enzimas, proteínas capazes de promover e acelerar reações químicas, estão envolvidas em todos os processos bioquímicos que ocorrem nas células e regulam, por isso, um vastíssimo conjunto de processos biológicos. O conhecimento aprofundado dos mecanismos de atuação e estrutura de muitas destas moléculas, algo que se verificou sobretudo no decurso do séc. XX, permitiu a sua utilização numa cada vez maior diversidade de processos industriais em áreas tão variadas como [30, 31]:

- a medicina (várias enzimas são utilizadas como medicamentos antibióticos ou anti-inflamatórios – ex.: lisozima e hialuronidase);
- a indústria alimentar (as enzimas podem ter grande influência na composição, processamento e deterioração dos alimentos – ex.: a utilização da enzima alfa-amilase, na panificação, resulta no desdobramento do amido conduzindo à produção de maltose

- o que contribui para tornar a massa e o miolo mais macios, concorrendo ainda para manter a frescura do pão durante mais tempo);
- a indústria têxtil (as enzimas podem desempenhar importantes papéis nas fases de fição, tingimento e acabamento dos tecidos – a celulase, por exemplo, torna os tecidos mais lisos e macios podendo ainda ser utilizada, em substituição da pedra-pomes, para conferir a aparência de diferentes tipos de “lavagem” aos jeans);
 - a indústria química (tem vindo a aumentar a quantidade de produtos de limpeza que incorporam enzimas, particularmente lipases, proteases, amilases e celulases. Em 1985, na Europa, 70% dos detergentes domésticos para roupas passaram a incorporar enzimas nas suas fórmulas, muito embora a utilização de enzimas nesse tipo de detergentes já viesse a ocorrer desde os anos 70);
 - a indústria do papel e da celulose (as enzimas, nomeadamente as celulases que são naturalmente produzidas por determinados fungos e outros organismos que utilizam como fonte de carbono a celulose da madeira, permitem a substituição, dos agressivos produtos químicos que as empresas celulósicas utilizam e que tanto impacto negativo têm no ambiente);
 - o tratamento de efluentes e resíduos industriais (a indústria alimentar é responsável pela produção de águas residuais com grandes quantidades de gorduras sólidas suscetíveis de causar graves situações de poluição. A utilização de lipases sobre esses efluentes, ao provocar a degradação de óleos e gorduras, possibilita a formação de substâncias mais simples, facilmente degradáveis, evitando o surgimento de graves problemas de poluição).

A obtenção, em condições naturais, das referidas enzimas na quantidade e qualidade necessárias para cada uma das finalidades, embora possível, resulta em processos muito demorados e dispendiosos, pelo que não são comercialmente rentáveis. Assim, recorre-se à técnica do ADN recombinante procedendo-se à transferência da informação genética específica para micróbios hospedeiros (bactérias e fungos), cujo cultivo em grande escala é, posteriormente, efetuado sob condições ótimas.

2.1.2. Os micróbios recombinantes e a biorremediação

Estão atualmente em curso pesquisas que envolvem o estudo de genes com o objetivo de se desenvolver novas soluções para problemas de poluição cada vez mais exigentes [10]. Não sendo um conceito novo no campo da microbiologia aplicada, a biorremediação, enquanto estratégia para remover a matéria orgânica e produtos químicos tóxicos presentes nos efluentes domésticos e industriais por via do recurso a organismos vivos, já vem sendo utilizada há muitos anos. Sucede, porém, que desde o final dos anos 80 do séc. XX assistiu-se ao surgimento e expansão da biorremediação enquanto indústria e, não menos importante, à sua aceitação como alternativa eficaz e economicamente viável para limpeza de solos, águas subterrâneas e superficiais contaminadas com uma grande variedade de substâncias tóxicas, frequentemente recalcitrantes, ou impregnadas de produtos químicos muito diversos [32]. As técnicas de biorremediação têm como princípio básico a utilização da capacidade que muitos micróbios possuem para degradar contaminantes. Esta capacidade está intimamente relacionada com o respetivo metabolismo que envolve um variado e intrincado conjunto de reações químicas ou vias, sempre dependentes dos tipos de enzimas que o micróbio é capaz de sintetizar naturalmente. Alguns micróbios, na sua imensa variedade e sob condições ambientais normais, podem decompor ou transformar substâncias perigosas para o ambiente em metabolitos menos tóxicos ou, idealmente, degradá-las em produtos finais não tóxicos [33]. Contudo a maioria das estirpes selvagens, para tal habilitadas, efetuam degradações muito lentas ou não são, sequer, capazes de promover degradações completas sendo que, a estas “debilidades”, acresce ainda o facto de que, muitos micróbios, em condições de stresse (elevadas concentrações de substâncias poluentes, variação das condições de pH, ou outras) sofrem alterações no mecanismo de expressão dos seus genes com repercussões ao nível da síntese regular das suas enzimas [34].

As duas primeiras linhagens de micróbios geneticamente modificados, *Pseudomonas aeruginosa* (NRRL B-5472) e *Pseudomonas putida* (NRRL B-5473), foram patenteadas em 1981 nos Estados Unidos da América (EUA). Essas linhagens continham genes codificantes de enzimas capazes de degradar o naftaleno, o salicilato e a cânfora. Por seu turno a bactéria modificada *Pseudomonas fluorescens* HK44, inicialmente descrita em 1990 [35], capaz de degradar o naftaleno, representa o primeiro micróbio geneticamente modificado aprovado para testes de campo nos EUA e para fins de biorremediação [33]. Desde então a investigação nesta área aumentou significativamente sendo que os maiores sucessos da biorremediação foram obtidos

com a produção de micróbios geneticamente modificados, enzimaticamente habilitados para catalizarem a degradação de grande quantidade de moléculas constituintes e derivados do petróleo dispersos no ambiente como contaminantes [32]. Ainda neste âmbito, também as pesquisas e os trabalhos de laboratório no sentido da procura de soluções para a degradação de pesticidas têm vindo a merecer particular atenção na medida em que este tipo de contaminação representa uma séria ameaça à saúde pública e à produção agrícola [34].

Releva, contudo, que a eficácia da biodegradação não depende exclusivamente da estrutura química dos contaminantes, ou do tipo de substrato que se encontra contaminado, mas também, e em grande medida, do potencial catabólico dos micróbios que se pretende envolver nos processos de biorremediação. Sendo certo que a engenharia genética oferece uma grande oportunidade para o uso da capacidade natural dos micróbios na construção de exemplares geneticamente modificados, até ao momento, apesar do elevado número de micróbios modificados obtidos, a esmagadora maioria apenas se revelaram eficazes em condições laboratoriais [33].

Apesar de tudo a biorremediação tem vindo a assumir-se como tecnologia de eleição para a reabilitação de muitos ambientes contaminados, registando particular sucesso em zonas contaminadas com hidrocarbonetos de petróleo [32]. Contudo é fundamental que sejam devidamente equacionadas as eventuais consequências resultantes da libertação de organismos geneticamente modificados (OGM) no ambiente porquanto a imprevisibilidade da sua evolução em meio “não natural” pode interferir de modo significativo, eventualmente irreversível em termos de equilíbrio ecológico, sobre toda a microbiota indígena. Segundo Gaylarde *et al.* [36] o cabal conhecimento dos efeitos indesejáveis da inserção de organismos vivos geneticamente modificados na natureza é considerado pela comunidade científica um objetivo fundamental. Entre os efeitos mais preocupantes podem, ainda segundo os mesmos autores, referir-se: (i) competição do OGM com a microbiota, fauna e flora locais, podendo em última instância levar à extinção das espécies nativas; (ii) a troca de genes com as populações microbianas autóctones pode levar à progressiva degradação das espécies residentes; (iii) a impossibilidade da eliminação dos micróbios introduzidos depois de eles terem terminado o(s) processo(s) de biorremediação (ou outros) que serviram de justificação para a sua introdução.

2.2. Os micróbios e os alimentos

Os micróbios, no que respeita à sua ação sobre os alimentos, podem desempenhar diversos e importantes papéis e, nesse sentido, poderão ser classificados em três grandes grupos tendo em consideração o tipo de interação estabelecida entre o micróbio e o alimento [2]:

- 1 – Os micróbios existentes causam alterações químicas prejudiciais que têm como consequência a deterioração dos alimentos;
- 2 – Os micróbios presentes nos alimentos podem representar um risco para a saúde, do homem ou de outros animais;
- 3 – Os micróbios presentes são responsáveis pela ocorrência de alterações “benéficas” nas características originais do alimento transformando-o num “novo” alimento.

É precisamente neste último grupo que se incluem os micróbios que, atuando sobre os alimentos, assim considerados como substrato, são os responsáveis pela promoção das reações químicas conducentes às alterações de interesse. Este grupo engloba todos os micróbios atualmente utilizados pelo homem na produção de alimentos fermentados.

2.2.1. Os micróbios e os alimentos fermentados

Segundo Ray [37], no início do séc. XXI eram utilizados para consumo humano, em todo o mundo, mais de 3500 alimentos fermentados diferentes. Muitos desses alimentos correspondem a produtos tradicionais, por vezes limitados a comunidades com pouca expressão demográfica, sendo produzidos em pequenas quantidades e tendo em vista, apenas, a satisfação das necessidades de um grupo específico numa região particular. Outros começaram ainda há pouco tempo a ter representatividade comercial e a estarem disponíveis no mercado pelo que apenas alguns desses alimentos fermentados são produzidos em larga escala, há já muito tempo, atualmente por diversas empresas bem conhecidas e com forte implantação no mercado nacional e internacional.

Presentemente, para além dos alimentos fermentados já genericamente aceites e mundialmente consumidos como o pão, o queijo, os pickles e as bebidas alcoólicas, entre outros, assiste-se a um crescente interesse por parte da sociedade no consumo de muitos outros tipos de alimentos fermentados. Uma das razões apontadas para esta procura é a preocupação do consumidor com a ingestão de alimentos naturais e saudáveis que, simultaneamente, são agradáveis à vista

e ao paladar. Esta é uma tendência generalizada na maioria dos países prevendo-se, por isso, um aumento significativo na produção e consumo de vários alimentos fermentados a nível mundial no decurso dos próximos anos.

O processo de fermentação, com o objetivo de obter novos alimentos, inicia-se com a exposição das matérias-primas alimentares a condições favoráveis ao desenvolvimento dos micróbios específicos e desejáveis, cujo metabolismo conduzirá à(s) transformação(ões) pretendida(s). À medida que esses micróbios proliferam, sobre os produtos iniciais, utilizam, como fonte de carbono/energia, alguns nutrientes e produzem, em resultado do metabolismo desenvolvido, alguns produtos finais. Esses produtos finais, juntamente com os componentes não metabolizados, constituem os alimentos fermentados com as características novas e pretendidas [37].

Ainda segundo Ray [37], a produção de alimentos fermentados utiliza uma grande variedade de matérias-primas que incluem produtos de origem vegetal e de origem animal, tais como: leite, carne, peixe, ovos, legumes, frutas, sumos de frutas, sumos de vegetais, grãos de cereais, tubérculos, lentilhas, feijão, entre outras.

Tendo em consideração a grande variedade de tipos de alimentos fermentados para consumo humano, disponíveis a nível mundial, propostas diversas de agrupamento desses alimentos, em função de determinadas características comuns, têm surgido. A tabela 1 refere-se a uma forma possível de agrupamento de alimentos fermentados.

Tabela 1 – Grupos de alimentos fermentados e respetivos exemplos. Adaptada de [39].

Grupos de alimentos	Exemplos
Produtos lácteos	Queijos, iogurte, manteiga, creme de leite, <i>dahi</i> ¹ , <i>kumis</i> ² , <i>kefir</i> , leite acidófilo.
Produtos cárneos	Salame, <i>pepperoni</i> , chouriço, <i>Thüringer</i> ³ , salsichas, carne em conserva.
Cereais	Pão, panquecas, biscoitos, massa de <i>pizza</i> , <i>idli</i> ⁴ , <i>dosa</i> ⁵ , arroz azedo, <i>miso</i> ⁶ .
Frutos e produtos vegetais	Frutas em conserva, legumes em conserva, azeitonas, <i>chucrute</i> , <i>kimchi</i> ⁷ , <i>achar</i> ⁸ .
Leguminosas	Tofu, leite de soja fermentado, <i>tempe</i> ⁹ , molho de soja, <i>koji</i> , <i>miso</i> , <i>natto</i> ¹⁰ , <i>papadum</i> ¹¹ .
Pescado	<i>Bagoong</i> ¹² , molho de peixe, peixe em conserva, <i>tarama</i> ¹³ , <i>izushi</i> ¹⁴ .
Bebidas	Cerveja, vinho, bebidas destiladas, café, cacau, chá.
Produtos ricos em amido	Produtos fermentados de batata, mandioca, batata doce, banana, etc.
Produtos diversos	Ovos fermentados, vinagre, <i>bongkrek</i> ¹⁵ , <i>dage</i> ¹⁶ .

¹ Iogurte indiano ; ² Leite de égua acidificado e fermentado; ³ Salsicha típica alemã; ⁴ Bolo salgado tradicional da Índia; ⁵ Tipo de panqueca feita a partir de uma massa fermentada cujos ingredientes principais são o arroz e um tipo de feijão indiano; ⁶ Ingrediente tradicional da culinária japonesa, feito a partir da fermentação de arroz, cevada e soja com sal; ⁷ O mais

tradicional dos alimentos coreanos, é um acompanhamento feito com vegetais fermentados num molho bastante apimentado; ⁸ É uma conserva típica da culinária indo-portuguesa de Goa, Damão e Diu, outrora pertencentes ao Estado Português da Índia. O termo achar designava no passado os pickles; ⁹ É um produto de soja tradicional e originário da Indonésia; ¹⁰ é um alimento tradicional japonês feito de soja fermentada e apresentado sob a forma de bolo; ¹¹ É um tipo de “pão” sob a forma de disco fino, típico do Sri Lanka e da Índia, preparado com farinha de feijão preto, farinha de arroz ou farinha de lentilha com sal e óleo de amendoim; ¹² É um condimento de origem filipina produzido parcial ou totalmente a partir de peixe fermentado; ¹³ ovas de bacalhau ou carpa condimentadas e fermentadas; ¹⁴ Sushi fermentado; ¹⁵ É um alimento indonésio feito pela fermentação da massa prensada de coco ou de resíduos de leite de coco; ¹⁶ Alimento indonésio produzido a partir de várias oleaginosas ou leguminosas, embebidas em água e deixados em fermentação bacteriana.

2.2.1.1. Aspetos básicos da fermentação microbiana

Trata-se de um processo metabólico anaeróbico exoenergético (reações catabólicas) que permite manter os processos metabólicos endoenergéticos da célula (reações anabólicas) e outros processos como a locomoção (Figura 4), desenvolvido por alguns micróbios no decurso do qual ocorre a conversão de nutrientes (geralmente hidratos de carbono) em gases (CO_2), álcoois e/ou ácidos (frequentemente ácido láctico ou ácido acético), podendo, no caso de ocorrência de outras vias fermentativas também associadas à produção/modificação de alimentos, os hidratos de carbono ser convertidos noutras substâncias, como por exemplo ácido propiónico (Figura 5a e 5b).

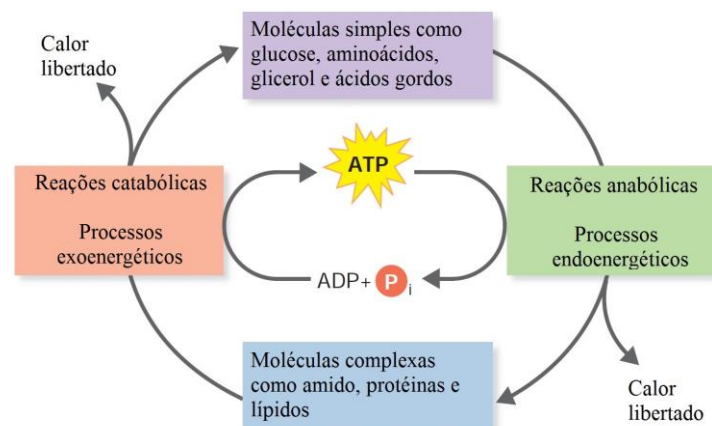


Figura 4 – Acoplamento das reações anabólicas e catabólicas. Adaptada de [11].

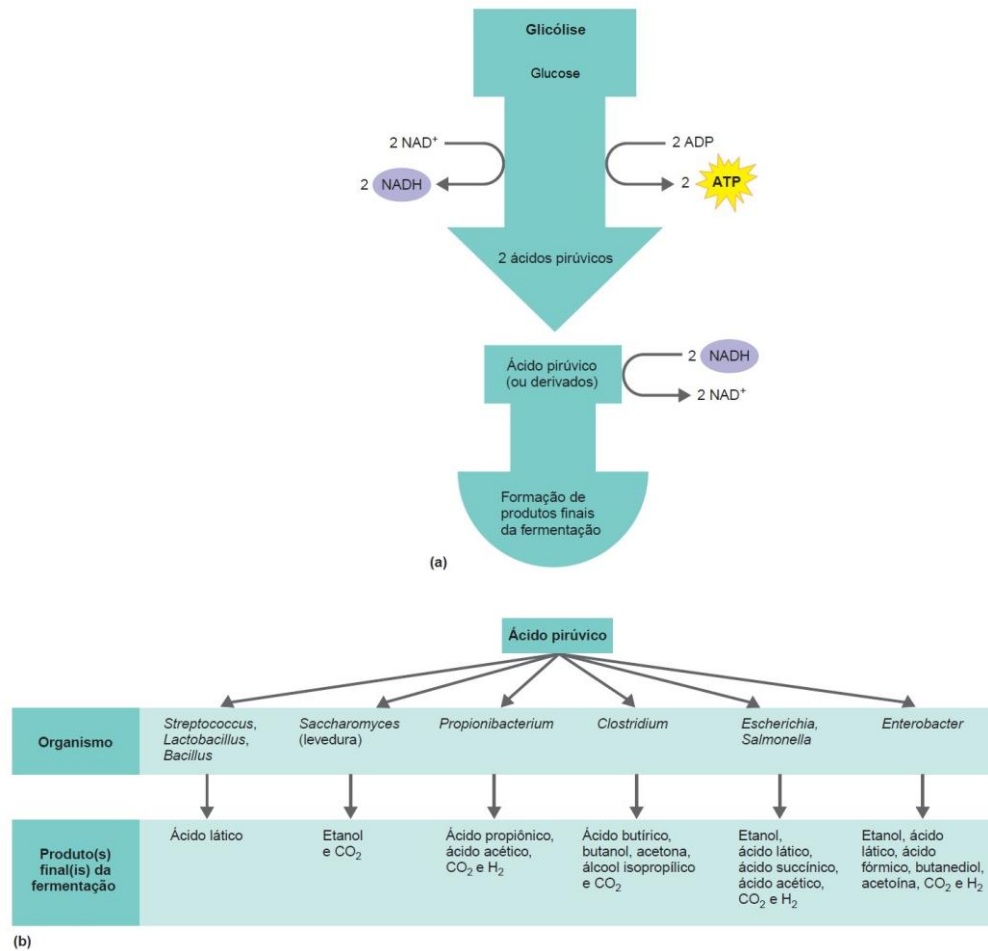


Figura 5 – Fermentação. (a) Visão geral da fermentação. O primeiro passo é a glicólise, a conversão da glucose em ácido pirúvico. No segundo passo, as coenzimas reduzidas da glicólise ou suas alternativas (NADH, NADPH) transferem os seus elétrons e prótons para o ácido pirúvico, ou para um derivado, resultando um produto final da fermentação. (b) Produtos finais de várias fermentações microbianas. Adaptada de [11].

Releva, pois, do que antecede, que as características do alimento produzido na sequência de um determinado processo fermentativo se, por um lado, muito dependem da matéria prima de que provém, por outro, dependem também, e certamente em maior medida, do(s) tipo(s) de micróbio(s) interveniente(s) e correspondente(s) via(s) fermentativa(s) desenvolvida(s). Neste contexto, tendo em consideração a sua universalidade e a importância que, no passado tal como no presente, assumem em termos económicos e sociais, deter-nos-emos quanto basta, também ao nível dos processos bioquímicos que concorrem para a sua formação, na origem, caracterização e análise dos seguintes alimentos:

- pão;
- vinho;
- queijo.

2.2.1.2 O pão

Assumindo uma posição de absoluto destaque e de charneira no panorama da alimentação mundial o pão é um alimento essencial, sendo também, em muitas religiões, uma referência espiritual central a que se atribui um profundo caráter religioso, facto que o torna no alimento com maior simbolismo no mundo.

A sua utilização na alimentação remonta ao Neolítico e, inclusivamente, o Livro do Génesis faz-lhe referência: “*Com o suor do teu rosto comerás teu pão*” (Gen. 3, 19) [40]. A utilização do grão de trigo como alimento ter-se-á iniciado há cerca de 17.000 anos [41], sendo que os povos primitivos utilizavam já os cereais na sua alimentação comendo-nos crus. Desde então, com o progresso gradual de caçador a agricultor, de nómada a sedentário, o homem descobriu que poderia cultivar o trigo, e outros cereais, inventando, mais tarde, a técnica da moagem para a obtenção da farinha. Assim, os cereais, inicialmente ingeridos como alimento na sua forma original, crus, tostados ou mesmo cozinhados, consequência da moagem originaram a farinha que, pelas muitas aplicações que cada povo e cultura lhe deram, rapidamente se tornou a base da nutrição da humanidade [42].

O pão, resultante apenas da mistura de farinha com água, já existirá há mais de 12.000 anos. Porém, sem certezas acerca da ocasião em que tal terá ocorrido pela primeira vez, considera-se que já em 10.000 a.C. essa massa, sem fermento, era colocada, para cozer, sobre pedras quentes resultando daí o pão ázimo que se apresentava de forma achatada (não ocorria o “crescimento” da massa), duro por fora e macio por dentro [41]. Parece, pois, óbvio que a origem do fabrico intencional e repetido do pão datarão da mesma altura em que o homem se sedentarizou e conseguiu dominar a agricultura, conquistas que lhe disponibilizaram as matérias-primas e lhe permitiram passar a confeccionar esse alimento [43].

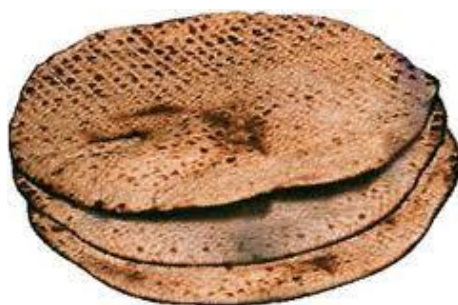


Figura 6 – Pão não fermentado (pão ázimo).

Fonte: <https://hebreuisraelita.files.wordpress.com/2012/11/pc3a3o-c3a1zimo-matzc3a1-003.jpg>

2.2.1.2.1. Origem e evolução do pão fermentado

A descoberta de que a massa de pão podia crescer, ou seja, fermentar, terá ocorrido por mero acaso. Supõe-se, por isso, que um pedaço de massa contendo apenas água e farinha tenha sido esquecido em contacto com o ar e inoculado, naturalmente, com micróbios presentes no ambiente terá fermentado. Admitindo, portanto, que nesses micróbios se incluíam leveduras e bactérias, ter-se-á iniciado, num primeiro momento, uma fermentação alcoólica a que, após alguns dias, se terá seguido uma fermentação ácida, eventualmente láctica. Em resultado da fermentação alcoólica a massa terá aumentado de volume. As evidências mais antigas de pão fermentado são oriundas do Egito e datam de 3.000 a.C.. Apesar disso subsistem muitas dúvidas acerca da época em que, pela primeira vez, terá sido produzido pão fermentado e alguns investigadores acreditam ser possível que o fermento, tal como o pão, tenham tido origem pré-histórica [44].

Assim, fazendo uso do conhecimento empírico, os cereais eram misturados com água e deixados sobre pedras, onde fermentavam grosseiramente durante um determinado espaço de tempo após o que eram assados, envoltos ou cobertos de brasas. Este tipo de pão, de formato estendido ou achatado, foi o único conhecido pelas civilizações dos vales dos rios Tigre e Eufrates, na antiga Mesopotâmia, durante vários milhares de anos, e ainda hoje é largamente produzido e consumido em todo o mundo, de modo muito particular nessa mesma região, que corresponde atualmente ao Iraque [45]. Foi, contudo, no Egito, desde 3.000 a. C. que, a par da grande evolução que se verificou no processo de panificação (Figura 7), entre outras inovações, passou a utilizar-se sistematicamente o fermento.

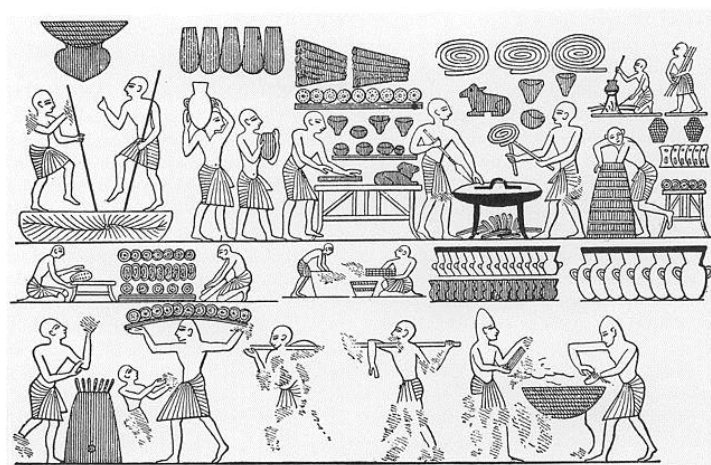


Figura 7 – Gravura egípcia onde é possível observar as diferentes fases associadas ao processo de panificação.

Fonte: The Oxford Encyclopedia of Ancient Egypt.

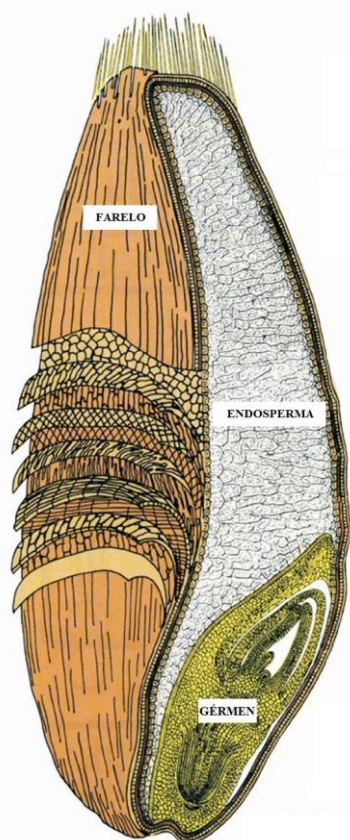
Em Roma o pão fermentado tornou-se popular por volta de 500 a. C. tendo, na mesma altura sido aí desenvolvidos os moedores de pedra circulares para a moagem dos grãos de cereais. Estas estruturas, movidas por animais, pela água ou pelo vento constituíram a base de toda a moagem de grãos até à Revolução Industrial do séc. XX [45].

É hoje consensual que a fermentação é um dos principais *segredos* da panificação, e se a fermentação do primeiro pão, tendo ocorrido por acaso, resultou em efeitos tão benéficos sobre a textura e outras propriedades organoléticas da massa, tornou-se necessária a replicação dos procedimentos a fim de garantir resultados semelhantes em tentativas posteriores. Em função das condições de temperatura e humidade, o tempo necessário para a fermentação natural pode variar de entre 4 a 8 horas. Contudo, se da massa já fermentada for retirada uma porção antes desta ser levada a cozer, obtém-se o *fermento* (ou isco) a ser utilizado como “suplemento microbiano” a ser adicionado aquando da preparação da próxima massa, o que tornará a fermentação um pouco mais rápida e contribuirá para amplificar os seus efeitos. Esta forma de indução da fermentação chama-se fermentação natural ou massa velha [46].

O pão fermentado com massa velha adquire um sabor e aroma característicos, às vezes com um ligeiro travo ácido ou avinagrado. Nas grandes superfícies comerciais e nas casas de produtos naturais também se encontra pão de massa velha ou fermento natural. Este princípio de fermentação, amplamente explorado até ao início do séc. XX, foi gradualmente substituído, principalmente na panificação industrial, quando os padeiros começaram a incluir algum fermento comercial tendo em vista acelerar e potenciar a capacidade de fermentação da massa velha que vinham utilizando [45].

2.2.1.2.2. A centralidade do trigo (e do centeio) na elaboração do pão

Muito embora sejam vários os cereais (trigo, centeio, milho, cevada, aveia, sorgo) cujas respetivas farinhas podem ser combinadas para a obtenção da massa, aquilo a que, com toda a propriedade, chamamos pão não se consegue fazer com sorgo, aveia ou cevada. Por isso a verdadeira história do pão assenta fundamentalmente no trigo (Figura 8) e no centeio sendo que, em rigor, assenta mais no trigo do que no centeio.



Farelo - a parte mais externa do grão de trigo, constituído por várias camadas. Contém a maior parte da fibra e é uma boa fonte de vitaminas do complexo B.

Endosperma - é composto principalmente por amido. Contém a maior parte das proteínas que entram na composição da semente, algumas vitaminas e minerais.

Gérmen - corresponde ao embrião ou secção germinativa da semente. Contém, em abundância, óleos vegetais, é rico em vitamina E e vitaminas do complexo B.

Figura 8 – Corte longitudinal de um grão de trigo, identificação e caracterização de cada componente. Adaptada.

Fonte: <http://www.californiawheat.org/uploads/resources/317/a-kernel-of-wheat.pdf> (30/06/2016)

O pão, no sentido técnico da palavra, é fundamentalmente uma descoberta química feita pelo homem. O pão fermentado, tal como grande parte dos povos ocidentais o consomem, é um produto obtido por cozedura no forno, feito a partir de uma massa de farinha que é aglutinada e levedada por um fermento ou outro agente semelhante [43]. Neste enquadramento a composição mínima do pão, ou dito de outra forma, os ingredientes essenciais para a obtenção do pão são [45]:

- farinha de trigo;
- água;
- sal;
- fermento biológico.

A **farinha de trigo**, componente estrutural da massa, constitui o ingrediente fundamental para a obtenção do pão e nela, entre outros componentes, estão presentes as proteínas gliadina e glutenina detentoras de características estruturais únicas, responsáveis pela formação do glúten.

O glúten não é, pois, um componente que faz parte diretamente da fórmula de quaisquer produtos de panificação. Ele é formado quando a farinha de trigo, a água e outros ingredientes do pão são misturados e sujeitos à ação mecânica durante o ato de amassar. À medida que a água interage com a glutenina e a gliadina (proteínas insolúveis) a rede de glúten vai-se formando e, com isso, conferindo extensibilidade e consistência à massa que deste modo, ao reter no seu interior o dióxido de carbono proveniente da fermentação alcoólica, vai aumentar de volume. Sendo esta uma consequência desejada nela se consubstancia o principal interesse do glúten nos processos de panificação. As gliadinas são proteínas de cadeia simples, com pouca resistência à extensão, responsáveis por conferir consistência e viscosidade à massa enquanto as gluteninas, constituídas por cadeias ramificadas, são as responsáveis pela sua extensibilidade. A presença, em maior ou menor quantidade, destas proteínas nas farinhas determinará a qualidade e densidade da rede formada no decurso do processo de panificação pelo que, para assegurar a qualidade final do pão, é frequente a adição de “glúten” às farinhas consideradas pobres nestas moléculas [45].

A **água**, como ficou evidente anteriormente, é também um ingrediente indispensável na medida em que ao hidratar as proteínas da farinha de trigo viabiliza a formação da rede de glúten, atuando ainda como solvente desempenha um papel determinante na gelatinização do amido durante a cocção do pão [45].

O **sal**, em maior ou menor quantidade, é um ingrediente central em qualquer formulação de pão e, entre outras funções, controla o processo de fermentação, contribui para a fortificação do glúten na medida em que a sua presença na água aumenta a solubilidade da gliadina, tem ainda ação bactericida, clareia o miolo do pão e realça os seus sabores [45].

O **fermento biológico**, natural (*massa velha*) ou fermento fresco (*fermento de padeiro*), muito embora, particularmente o primeiro, possa conter outros micróbios também implicados em processos fermentativos, refere-se principalmente à levedura *Saccharomyces cerevisiae* e a sua utilidade principal para o processo de panificação passa pela degradação de açúcares fermentáveis, presentes na massa, a dióxido de carbono e etanol. Note-se que nem o dióxido de carbono, nem o etanol são ingredientes finais do pão porquanto ambos são expulsos da massa durante o processo de cocção. O etanol volatiliza-se completamente por ação das elevadas temperaturas enquanto o dióxido de carbono, resultante dos processos de descarboxilação associados à fermentação alcoólica, ao ficar retido no interior da massa, por ação da rede de glúten entretanto formada, vai forçá-la a aumentar de volume contribuindo dessa forma para o

“crescimento” significativo do pão e conseqüente aumento da sua porosidade com a formação de grande número de alvéolos internos [47] (este efeito é amplificado durante o cozimento (Figura 9) devido ao aumento do volume do dióxido de carbono provocado pela elevação da temperatura). Estes são os principais efeitos desejáveis resultantes da atuação das leveduras sobre a massa que contribuem decisivamente para a melhoria das propriedades organoléticas deste alimento garantindo ainda a sua fácil digestibilidade.

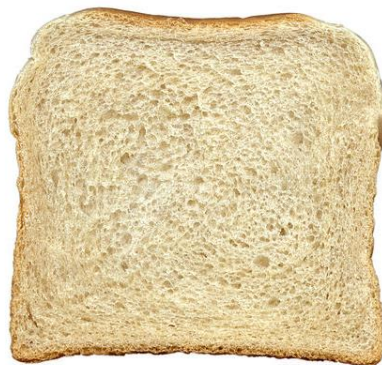


Figura 9 – Pão fermentado evidenciando o grande número de alvéolos internos.

Fonte: Wikipedia.

2.2.1.2.3. Fermento tradicional versus fermento industrial

Muito embora nos primórdios da produção do pão a fermentação da massa tivesse sido um processo “espontâneo”, a partir da altura em que, aquando de cada processo de panificação, começou a “guardar-se” uma porção de massa (*massa velha*) para ser usada na preparação da próxima massa, o processo tornou-se controlado [48]. Este tipo de procedimento de reserva e manutenção da massa velha em condições muito específicas, inclusivamente com restrições ambientais várias, terá eventualmente propiciado a seleção de tipos particulares de leveduras e bactérias condicionando, desde logo, a sua biodiversidade que estaria perfeitamente adaptada à fermentação de uma mistura específica de farinha promovendo, desse modo, o desenvolvimento de características organoléticas muito próprias na respetiva massa [48].

Apesar de atualmente a indústria da panificação utilizar, geralmente, fermentos produzidos industrialmente, cuja composição contempla como único agente promotor da fermentação as leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, alguns tipos de pão continuam ainda a ser preparados com recurso à utilização de fermento de massa velha. Sucede que o recurso ao uso de fermentos padronizados produzidos industrialmente, sendo essa a tendência atual, tem vindo a diminuir

grandemente a diversidade de pão em todo o mundo bem como os valores culturais que sempre lhe estiveram associados. Esta tendência aumenta também a dependência dos produtores locais e regionais relativamente à indústria produtora de leveduras [48].

Ainda segundo Tulha *et al.* [48] nas zonas rurais do norte de Portugal continua a produzir-se pão de milho (Figura 10) e pão de centeio que é preparado utilizando, como *massa de arranque* (fermento), um pedaço de *massa velha* geralmente mantida em lugar fresco, coberta com uma fina película de sal. Previamente à elaboração da massa do pão, o pedaço de massa que havia sido reservado (*massa velha*), e mantido, a partir da *massa de arranque* anterior é misturado com uma pequena porção de farinha (de milho ou de centeio, ou de ambos os cereais) e água fresca que, logo que mostre evidentes sinais de atividade fermentativa, será utilizado como o inóculo para a massa de pão a ser preparada para a fornada da ocasião, sendo nesse momento reservada uma pequena porção que manter-se-á nas condições anteriormente referidas até à ocasião seguinte. Esta *massa de arranque* é um sistema biológico natural caracterizado pela presença de leveduras e bactérias lácticas vivas em associações complexas num sistema semelhante ao existente na massa fermentada. Ainda a este propósito referem os autores que numa pesquisa realizada em 33 amostras de massa obtidas em quintas rurais localizadas principalmente no norte de Portugal, foram obtidos 73 isolados de leveduras pertencentes a oito espécies diferentes predominando, destacada, *S. cerevisiae*. Foram também identificadas outras leveduras, entre as quais, como mais frequentes, *Issachenkia orientalis*, *Pichia membranaefaciens* e *Torulaspota delbrueckii* que estavam presentes em cerca de 40% das massas examinadas.



Figura 10 – Pão de milho (broa) tradicional português da região do Minho.

2.2.1.3 O vinho

Entre muitas definições possíveis, e veiculadas na literatura de referência, assume particular relevo o princípio defendido por vários autores [49] de que a utilização do termo vinho seja reservada apenas para designar a bebida proveniente da fermentação do sumo da uva. Na mesma linha de raciocínio assenta a legislação europeia que nos serve de referência, porquanto refere claramente que o vinho é o produto obtido exclusivamente por fermentação alcoólica, total ou parcial, de uvas frescas, esmagadas ou não, ou de mostos de uvas. Tendo, pois, por base esta definição daremos continuidade ao desenvolvimento do presente trabalho começando por efetuar algumas referências aos primórdios do vinho e da vinha.

2.2.1.3.1 As origens do vinho e da vinha

As provas químicas mais antigas da produção de vinho, em associação com o que parecem ser restos de videiras “domesticadas” (*Vitis vinifera vinifera*) foram encontrados na aldeia neolítica de Shulaveris-Gora na região da Transcaucásia da atual Geórgia e datam de 6000 a. C. [50]. Por outro lado vários resíduos, que se suspeita serem dos primeiros vinhos produzidos em quantidade, foram datados como pertencentes ao início e meados do quinto milénio a. C. em Hajji Firuz Tepe, nas montanhas de Zagros, no norte do atual Irão [51]. Refira-se, a este propósito, que a determinação da existência de resíduos de vinho em achados arqueológicos (vasos cerâmicos ou outros recipientes) resulta da pesquisa e confirmação da presença nessas peças de ácido tartárico (o ácido tartárico desempenha um papel importante na produção do vinho, baixando o pH do mosto para valores que impossibilitam o desenvolvimento de bactérias indesejáveis, atua ainda como conservante, após a fermentação, e, mediante determinadas condições, forma-se por precipitação no interior das vasilhas que contêm o vinho, sendo visível sob a forma de pequenos cristais) [51].

A primeira prova de vinificação intencional está patente nas representações de lagares (Figura 11) associadas ao reinado do Udimu (Egipto), há cerca de 5000 anos.



Figura 11 – Representação egípcia da vindima, do lagar, do pisar das uvas e das ânforas já fechadas (como sugestão do seu armazenamento).

Fonte: <https://gaetaniumberto.wordpress.com/2014/05/26/il-vino-nellantico-egitto/> (07/07/2016).

Resíduos de vinho foram também encontrados em ânforas, claramente identificadas para o seu armazenamento, em muitos túmulos egípcios antigos, a começar, pelo menos, no de Semempsés, sétimo Faraó da 1.^a Dinastia que se estendeu entre 2920-2770 a. C. [51]. Aliás, são abundantes as gravuras existentes nos achados arqueológicos egípcios que representam cenas relacionadas com a produção do vinho.

Muito embora a cerveja e o hidromel sejam bebidas alcoólicas eventualmente mais antigas, o vinho assume um relevo especial na medida em que nem o mel, nem a cevada (matérias primas que estão na origem do hidromel e da cerveja, respetivamente) fermentam “espontaneamente”, algo que ocorre com o sumo resultante do esmagamento das uvas devido à natural presença de leveduras na casca das uvas. Por outro lado, é pouco crível, se não mesmo altamente improvável, que quem pratica o cultivo das uvas não acabe produzindo algum tipo de vinho, algo que não ocorre, pelo menos tão frequentemente, com os produtores de mel e/ou de cevada [52].

2.2.1.3.2. A presença das leveduras nas uvas

A pele da uva é recoberta por uma delicada película cerosa, segregada pela epiderme, que lhe confere um aspeto aveludado de cor esbranquiçada e que, entre outras funções, protege-a dos efeitos nefastos da incidência direta da luz solar e da chuva excessiva contribuindo também para evitar a desidratação do fruto e promovendo um efeito antibacteriano. Esta película designa-se pruína (na literatura anglo-saxónica toma frequentemente a designação de “*bloom*”) e quando observada ao microscópio eletrónico apresenta-se constituída por uma série de finas camadas sobrepostas sendo que o constituinte mais abundante (cerca de um terço) é o ácido oleanólico,

tendo sido ainda identificados como constituintes da pruína vários álcoois, ácidos, ésteres e aldeídos. A pruína, como se observa na Figura 12 não ocorre apenas nas uvas mas também em vários outros frutos, tais como os ameixos e os mirtilos. Segundo Amerine [53] essa fina película de pruína é responsável, nas uvas, por reter células de bolores e leveduras selvagens que chegam até aí levadas por agentes vários tais como o vento e os insetos. Ainda segundo a mesma autora a casca de uma única uva pode conter cerca de 1 milhão de células de levedura sendo que 100.000 ou mais são células de leveduras vínicas. Apesar disso, mesmo acabando por revelar-se importante para a produção do vinho, o papel da pruína será, provavelmente, o de conferir aos bagos proteção contra a desidratação e a radiação solar

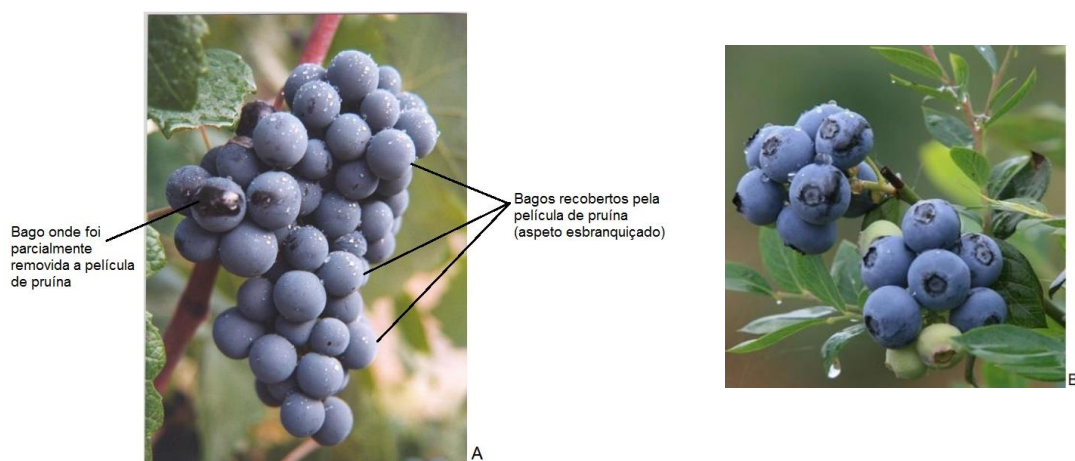


Figura 12 – Uvas (A) e mirtilos (B) recobertos com a película de pruína.

Segundo Sáenz [54] a superfície das uvas é caracterizada por uma ecologia microbiana muito complexa na qual, para além de leveduras (principalmente de géneros não-*Saccharomyces*), existe uma grande diversidade de bactérias e fungos filamentosos que, no seu conjunto, terão uma influência determinante nas características dos mostos e, conseqüentemente, nas propriedades do vinho que virá a ser produzido. Ainda a este propósito comprovou-se recentemente a importância de alguns pássaros migratórios na disseminação de leveduras com interesse enológico sobre os bagos das uvas.

2.2.1.3.3. A fermentação alcoólica do sumo de uvas frescas (mosto do vinho)

O produto resultante do esmagamento das uvas quando colocado num recipiente, e sujeito a condições adequadas de temperatura, constituiu um meio favorável à proliferação das leveduras presentes na casca das uvas, bem como àquelas existentes nos equipamentos e instalações das

adegas [54], que utilizando o açúcar existente no mosto, alternativamente a outras vias metabólicas, degradam-no em etanol, dióxido de carbono e energia (sob a forma de ATP e sob a forma de calor), cumprindo-se deste modo a fermentação alcoólica [52]. O álcool, assim produzido, permanece no meio e o dióxido de carbono, sob a forma gasosa, desprende-se do mosto fazendo-o borbulhar dando, deste modo, origem à expressão metafórica e popularmente celebrizada do “*ferver do vinho*” (Figura 13).



Figura 13 – Mosto de vinho tinto onde se observam as cascas e as sementes das uvas, bem como a espuma resultante do borbulhar do líquido em reação à intensa libertação de dióxido de carbono.

Foi apenas no séc. XIX que a natureza deste processo começou a ser desvendada. Em 1810, Joseph Louis Gay-Lussac deu o primeiro e crucial contributo para a solução desta questão ao descobrir e propor a fórmula química da decomposição geral do açúcar em etanol e dióxido de carbono: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ [53]. Obviamente, também à época, sabia-se que esta transformação não ocorria espontaneamente pelo que, tendo em vista a clarificação do assunto, foram várias as explicações propostas e outros tantos os autores sem, contudo, se ter obtido grande consenso.

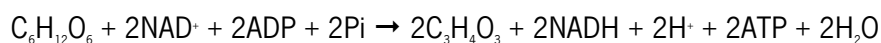
O assunto apenas terá ficado definitivamente esclarecido quando Pasteur, com a publicação dos documentos “*Memoire sur la fermentation appelée lactique*” e “*Études sur le vin*” publicados, respetivamente, em 1857 e 1867, demonstrou que as transformações conducentes à produção do vinho eram o resultado da atividade de organismos microscópicos designados leveduras [53].

As leveduras, particularmente *S. cerevisiae*, são as responsáveis pelas mais importantes e significativas transformações bioquímicas que ocorrem durante a fermentação vínica, dentre as quais a mais evidente e sensível é a conversão dos açúcares do mosto em etanol [55]. Assim, a atividade das leveduras, nomeadamente a sua eficiência e o tipo de vias metabólicas desenvolvidas, afeta decisivamente a qualidade do vinho. Não surpreende, por isso, que o setor

da vinicultura, um pouco por todo o mundo, procurando “melhorar a natureza”, aquando da produção do mosto adicione culturas puras de leveduras, criteriosamente selecionadas, a fim de que sejam estas as responsáveis pelo processo de fermentação e não aquelas que naturalmente (arbitrariamente) estão presentes na casca das uvas [53].

2.2.1.3.4. Vias metabólicas de degradação dos açúcares do mosto do vinho

De acordo com Ribereau-Gayon *et al.* [56], dependendo da disponibilidade de oxigénio no meio, as leveduras, nomeadamente as pertencentes ao género *Saccharomyces*, podem degradar açúcares utilizando duas vias metabólicas: a fermentação alcoólica e a respiração. Ainda segundo os mesmos autores, às condições de arejamento associam-se frequentemente outros fatores que poderão determinar a ocorrência, em *Saccharomyces*, de outras vias de degradação dos açúcares, nomeadamente a fermentação glicero-pirúvica e/ou a via das pentoses fosfato. A fermentação alcoólica, a respiração e a fermentação glicero-pirúvica têm início de forma semelhante, isto é, com a ocorrência da glicólise. Esta etapa consiste numa série de reações no decurso das quais as hexoses (glucose e frutose) são transformadas em piruvato, com produção de ATP, segundo a equação química geral:



O primeiro esquema coerente da via glicolítica foi publicado em 1933 e deveu-se, particularmente, aos contributos de Embden, Meyerhoff e Neuberg, pelo que o conjunto de reações que a caracterizam é, também, frequentemente denominado de via de Embden-Meyerhoff [57]. No caso vertente do mosto do vinho a via glicolítica inicia-se com o transporte das hexoses aí presentes através da membrana plasmática de *Saccharomyces* para o meio intracelular o que ativa um complexo sistema de transportadores proteicos que facilitam a difusão dos açúcares no citoplasma, onde serão rapidamente metabolizados [56], tal como representa a Figura 14.

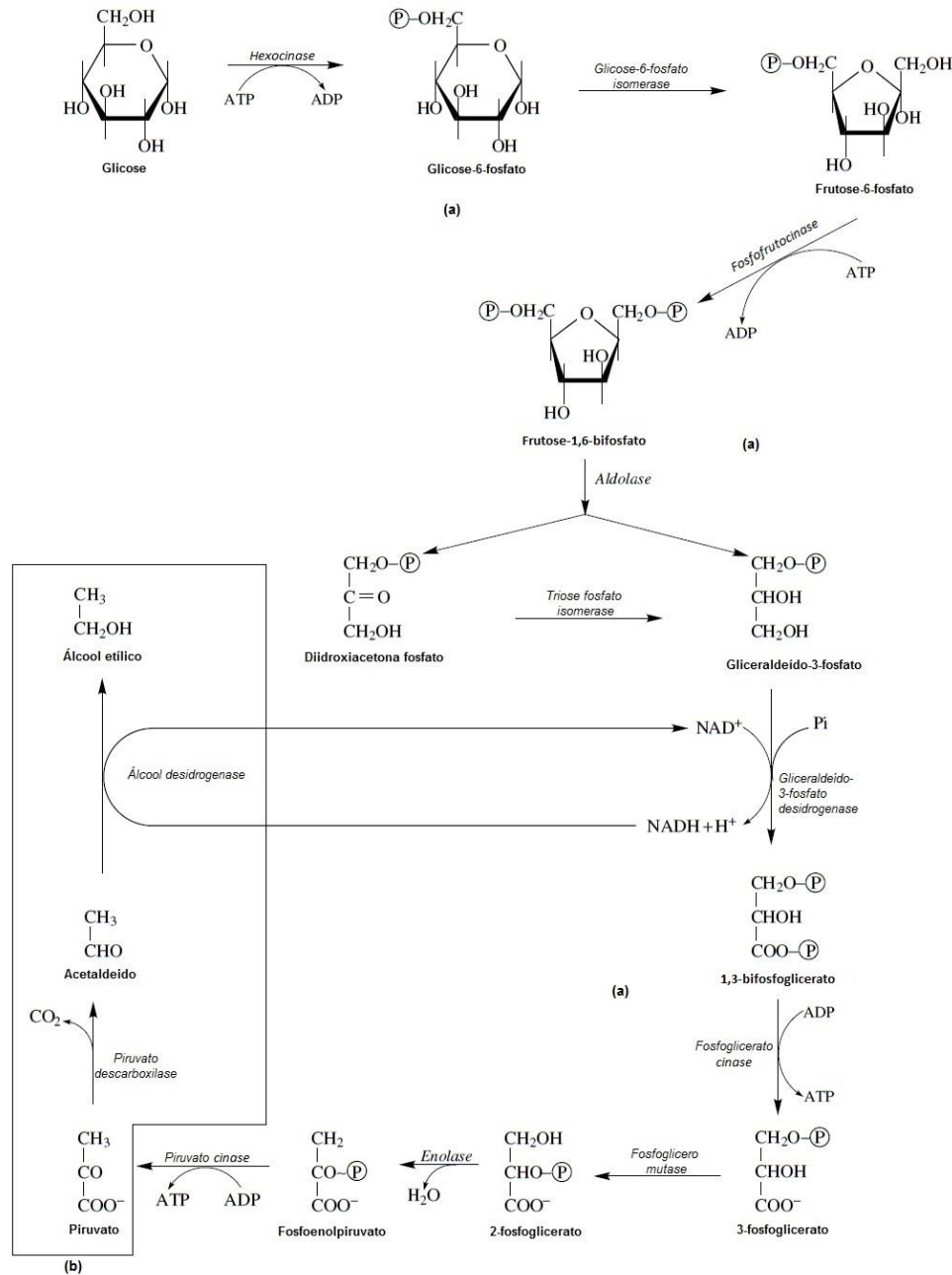


Figura 14 – Glicólise (a) e fermentação alcoólica (b). Adaptada de [56].

A glicólise, que ocorre integralmente no citoplasma, inclui uma primeira etapa em que a glucose presente no mosto é convertida em frutose-1,6-bifosfato, ocorrendo o consumo de duas moléculas de ATP. Esta transformação ocorre em três passos: (1) a fosforilação inicial de glucose em glucose-6-fosfato, (2) a isomerização deste último em frutose-6-fosfato e (3) uma segunda fosforilação que conduz à formação da frutose-1,6-bifosfato. Estas três reações são catalisadas pelas enzimas hexocinase, glucose-6-fosfato isomerase (ou fosfoglucose isomerase) e fosfofrutocinase, respetivamente.

Na segunda fase, sob a ação catalítica da enzima aldolase, a frutose-1,6-bifosfato é decomposta em dois isómeros triose fosfato, a diidroxiacetona fosfato e o gliceraldeído-3-fosfato. A enzima triose fosfato isomerase é responsável por catalisar a isomerização destes dois compostos sendo que, apesar do equilíbrio corresponder a uma maior abundância da forma cetónica, a transformação da diidroxiacetona fosfato em gliceraldeído-3-fosfato é bastante rápida pelo que, de forma simplificada, será aceitável dizer-se que, neste processo, 1 molécula de glucose conduz à formação de 2 moléculas de gliceraldeído-3-fosfato.

A terceira fase da via glicolítica compreende dois passos principais que permitem recuperar parte da energia contida na molécula de gliceraldeído-3-fosfato. No início desta fase o gliceraldeído-3-fosfato, por ação catalítica da enzima gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, é convertido em 1,3-difosfoglicerato. Trata-se, pois, da ocorrência conjunta de uma oxidação e de uma fosforilação do substrato (gliceraldeído-3-fosfato). Nesta reação a nicotinamida-adenina-dinucleótido (NAD⁺), na sua forma oxidada, é o cofator de desidrogenação, aceitando dois eletrões e um átomo de hidrogénio libertado pelo substrato oxidado. Verifica-se, ainda, o estabelecimento de uma ligação rica em energia entre o carbono oxidado do substrato e o fosfato inorgânico. Seguidamente a enzima fosfoglicerato cinase catalisa a transferência do radical fosfato do grupo acilfosfato da molécula de 1,3-difosfoglicerato para a molécula de ADP, formando-se, assim, 3-fosfoglicerato e ATP.

No decurso da última fase da glicólise ocorre a transformação de 3-fosfoglicerato em piruvato. Num primeiro momento a enzima fosfoglicero mutase catalisa a conversão do 3-fosfoglicerato em 2-fosfoglicerato que por ação da enolase sofre desidratação e origina o fosfoenolpiruvato. Este composto tem um elevado potencial de transferência do grupo fosforil pelo que, por ação catalítica da enzima piruvato cinase, ocorre a sua transferência o que resulta na fosforilação da molécula de ADP. Obtém-se deste modo a formação de ácido pirúvico (piruvato) e de ATP. Assim, sob o ponto de vista do balanço energético, tendo em consideração que a glicólise produz quatro moléculas de ATP e que duas são imediatamente utilizadas para ativar uma nova molécula de hexose, o ganho energético líquido desta etapa é de apenas duas moléculas de ATP por cada molécula de hexose metabolizada [56].

2.2.1.3.4.1. Efeito Pasteur e efeito Crabtree

Quando o meio tem disponibilidade de oxigénio, e não existem outros fatores limitantes, as leveduras utilizam preferencialmente a via respiratória (efeito Pasteur) realizando a

descarboxilação oxidativa do piruvato resultante da glicólise no interior da mitocôndria. Assim, por ação da enzima piruvato desidrogenase, na presença da coenzima A (CoA) e de NAD^+ , é produzido acetil-CoA, NADH e CO_2 . O acetil-CoA entra então no ciclo de Krebs onde o grupo acetil será completamente oxidado a CO_2 . Durante este processo, em que para além de oxidações ocorrem também descarboxilações, são geradas três moléculas de NADH e uma de FADH_2 . Enquanto transportadoras de eletrões, estas moléculas cedem os eletrões recebidos para a cadeia transportadora onde, na parte final, ligar-se-ão ao O_2 que ao receber também prótons (H^+) originará água. As moléculas de NAD^+ e de FAD, continuamente regeneradas, retornam ao ciclo de Krebs.

Por conseguinte, tendo em consideração que a partir de 1 mol de glucose produzem-se 36 a 38 moléculas de ATP, em termos energéticos a respiração é muito mais vantajosa para as leveduras do que a fermentação alcoólica. No entanto para a sua ocorrência é necessária a existência de oxigénio como substrato e a referida via é inibida quando no meio existe elevada concentração de açúcar [58], tal como sucede no mosto do vinho. Nestas circunstâncias *S. cerevisiae* metaboliza açúcares unicamente pela via fermentativa e, mesmo na presença de oxigénio, a respiração não é possível. Este fenómeno, descoberto por Crabtree em 1929 quando estudava o metabolismo dos hidratos de carbono em células tumorais, é designado de várias formas: repressão catabólica pela glucose, efeito Pasteur negativo ou efeito Crabtree [56]. Ainda segundo os mesmos autores, as leveduras, nomeadamente *Saccharomyces*, sob esse efeito manifestam alterações moleculares e fisiológicas significativas que sustentam as alterações metabólicas constatadas. Nessas circunstâncias verifica-se, entre outras alterações, a degeneração das mitocôndrias e repressão quer da síntese de enzimas mitocondriais intervenientes no ciclo de Krebs, quer de vários componentes da cadeia respiratória.

Em *S. cerevisiae*, o efeito Crabtree apenas ocorre para concentrações iguais ou superiores a 9 gramas de açúcar por litro sendo que a repressão catabólica exercida pela glucose sobre a generalidade das leveduras vnicas é muito forte [56]. Assim, sujeita às condições de fermentação vnicica, seja qual for a concentração de oxigénio disponível, *S. cerevisiae* apenas pode fermentar açúcares. A utilização da via respiratória por estas leveduras apenas poderá ocorrer num meio cuja concentração de açúcares seja efetivamente baixa e se houver disponibilidade de oxigénio. Estas condições, devidamente controladas, são as utilizadas para a produção industrial de fermentos secos selecionados [59].

A transformação do piruvato em etanol ou, alternativamente, em acetil-CoA é, portanto, um ponto-chave para regular o metabolismo da levedura. Assim, ao fermentar o mosto de uva, *S. cerevisiae* *direciona* o piruvato no sentido de que ocorra a produção de etanol *tendo em vista* a rápida regeneração do NAD^+ consumido no decurso da glicólise. Esta via metabólica, designada por fermentação alcoólica, encontra-se esquematicamente representada na Figura 15.

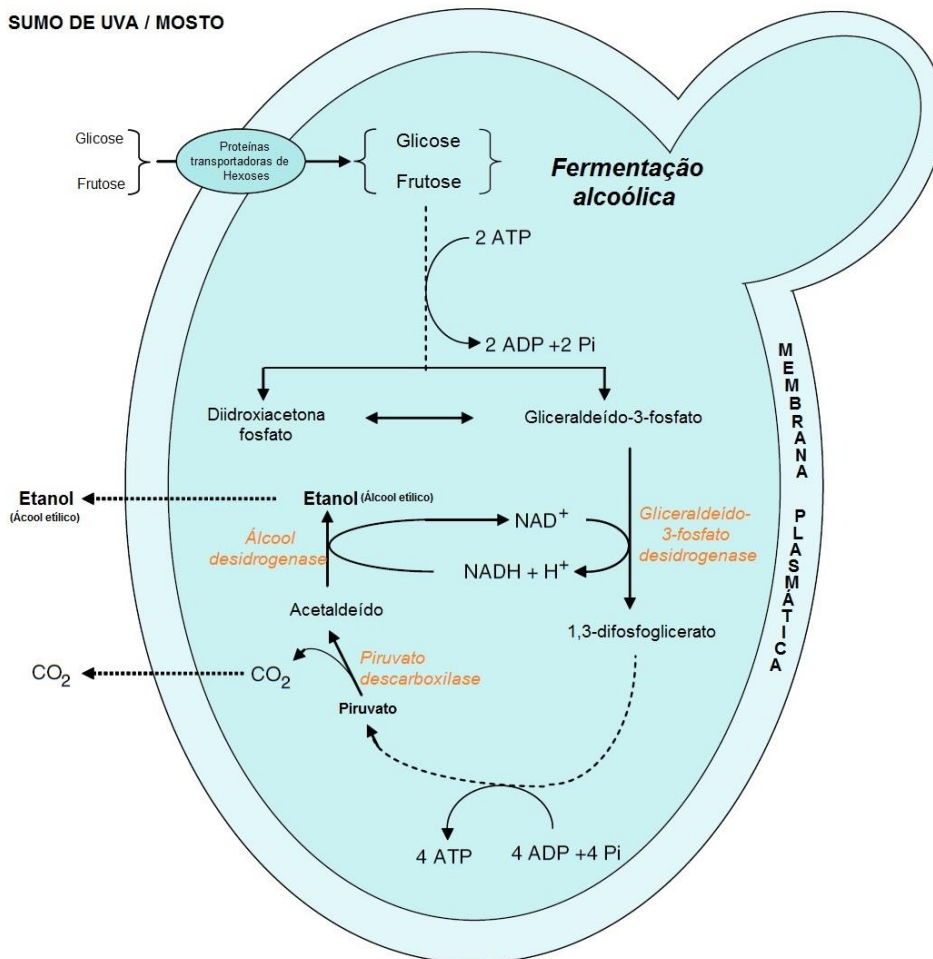


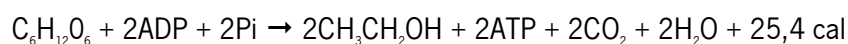
Figura 15 – Fermentação alcoólica em *S. cerevisiae*. Adaptada de [59].

A necessidade de produção de ATP por parte das leveduras a fim de garantirem o suprimento da energia indispensável ao seu metabolismo em circunstâncias típicas de fermentação alcoólica *exige* que, no seguimento da glicólise, seja continuamente disponibilizado no meio um aceitador de eletrões adequado à transferência do poder redutor do NADH de forma a tornar possível a rápida regeneração do NAD^+ , imprescindível à ocorrência da via glicolítica. Na fermentação alcoólica esse papel é desempenhado pela molécula de acetaldeído, produto da descarboxilação do piruvato. A via fermentativa alcoólica inclui apenas duas reações enzimáticas, adicionais àquelas entretanto ocorridas no decurso da glicólise. A primeira, catalisada pela

enzima piruvato descarboxilase, conduz à formação de acetaldeído por descarboxilação do piruvato, como anteriormente referido, e a segunda reação corresponde à redução do acetaldeído a etanol por ação do NADH. Esta reação que é catalisada pela álcool desidrogenase (desidrogenase alcoólica), porquanto permite a regeneração do NAD⁺, é fundamental para a continuidade da via glicolítica e releva o papel desempenhado pelo acetaldeído (também designado etanal) como aceitador final de elétrões da fermentação alcoólica [56].

2.2.1.3.5. Balanço final do processo de vinificação

Tendo em consideração a estequiometria da equação química representada abaixo, na fermentação alcoólica um mol de glucose e/ou frutose (180 g) resulta na produção de dois moles de etanol (92 g) e dois moles de dióxido de carbono (88 g). O processo garante à levedura 2 moléculas de ATP e gera ainda cerca de 25,4 cal que se libertam sob a forma de calor [55, 56].



Sucedee, porém, que a fermentação alcoólica constitui-se como um processo bastante mais complexo do que a aparente simplicidade da equação química representada poderá indiciar. Concomitantemente à ocorrência desta via principal têm lugar uma série de outros processos bioquímicos, químicos e físico-químicos que globalmente tornam possível a transformação do sumo de uva em vinho [59]. Para além do etanol e do dióxido de carbono, vários outros compostos são gerados no decurso do *longo* processo de vinificação fruto das numerosas reações bioquímicas que ocorrem desde a maturação das uvas, passando pela vindima, a fermentação alcoólica, a fermentação malolática, entre outras, a estabilização, a clarificação e até depois do envasilhamento. Desde logo, no início da fermentação, consequência da menor concentração das enzimas piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase, ocorre a rápida regeneração do NAD⁺ à custa da reoxidação do NADH por via da conversão de diidroxiacetona fosfato em glicerol-3-fosfato que, por desfosforilação, origina glicerol que permanece no meio. Este processo, conhecido como fermentação gliceropirúvica, segundo Ribereau-Gayon *et al.* [56], é responsável pela conversão de cerca de 8% das moléculas de hexoses (glucose e frutose) em glicerol cujos limitados efeitos benéficos sobre as características finais do vinho não compensam os riscos decorrentes da acumulação de subprodutos como diacetil, acetoína e 2,3-butanediol que conferem aroma de manteiga ao vinho. Assim, segundo os mesmos autores, a via

gliceropirúvica não se reveste de particular interesse enológico sendo que, inclusivamente, é até considerada como responsável pela diminuição da qualidade do vinho.

Uma outra transformação bioquímica importante, promovida por algumas bactérias lácticas, que também ocorre durante a formação do vinho, é a fermentação malolática. No seguimento da fermentação alcoólica as bactérias lácticas presentes no meio, principalmente as da espécie *Oenococcus oeni*, são responsáveis pela ocorrência de reações de desacidificação biológica do vinho mediante a transformação do ácido málico em ácido láctico e dióxido de carbono. Este tipo de fermentação, ocorrendo após a fermentação alcoólica, provoca a diminuição da acidez total do vinho e conseqüentemente, ao incrementar o pH, modifica as características organolépticas do produto final contribuindo, geralmente, para a melhoria da sua qualidade também pelo enriquecimento aromático e pela produção de metabólitos senso-ativos [60].

Apesar de tudo quanto vimos referindo, na produção do vinho a fermentação alcoólica é a única realmente imprescindível pois é mediante essa via que ocorre a transformação dos açúcares, provenientes da uva, em etanol e, conseqüentemente, a conversão do mosto em vinho [54]. As leveduras, tal como já visto anteriormente, transformam parcialmente a glucose e a frutose (hexoses fermentáveis em condições enológicas) em etanol, dióxido de carbono e numa enorme diversidade de outros metabólitos secundários suscetíveis de afetar a qualidade final do vinho e as suas características organolépticas. No decurso do processo de fermentação pode identificar-se uma considerável variedade de espécies de leveduras, tanto mais caso a fermentação ocorra de forma espontânea, apesar de que apenas uma pequena parte delas desempenha um papel determinante. A principal levedura responsável pela fermentação alcoólica é *Saccharomyces cerevisiae*, contudo existe uma grande variedade de espécies, geralmente designadas como leveduras não-*Saccharomyces*, que também intervêm, em maior ou menor medida, no processo, particularmente nas primeiras etapas. Contudo, apesar de se conhecerem mais de 100 géneros distintos, as leveduras enológicas que se encontram presentes em quantidades significativas na superfície da uva, no mosto e que intervêm no processo fermentativo, ou que são capazes de promover alterações no vinho, restringem-se a pouco mais de uma quinzena de géneros [54], entre os quais *Hanseniaspora/Kloeckera*, *Candida*, *Pichia*, *Hansenula*, *Torulaspota*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Debaryomyces*, *Kluyveromyces*, *Brettanomyces/Dekkera*, *Cryptococcus*, *Saccharomyces*, *Schizosacchamomyces* e *Zygosaccharomyces*.

Tendo em consideração que é geralmente aceite que as leveduras não-*Saccharomyces* apresentam pouca, ou nenhuma, tolerância a valores de etanol superiores a 4% o seu crescimento fica limitado aos primeiros 2-3 dias de fermentação. Desta forma as leveduras do género *Saccharomyces*, particularmente *S. cerevisiae*, por via do seu elevado poder fermentativo e devido à sua maior tolerância ao etanol, torna-se a levedura dominante a partir de determinada altura e constitui-se como a responsável pela continuação e finalização da fermentação [59]. O gráfico da Figura 16 pretende representar a evolução da microbiota presente no mosto/vinho no decurso da fermentação e processos subsequentes.

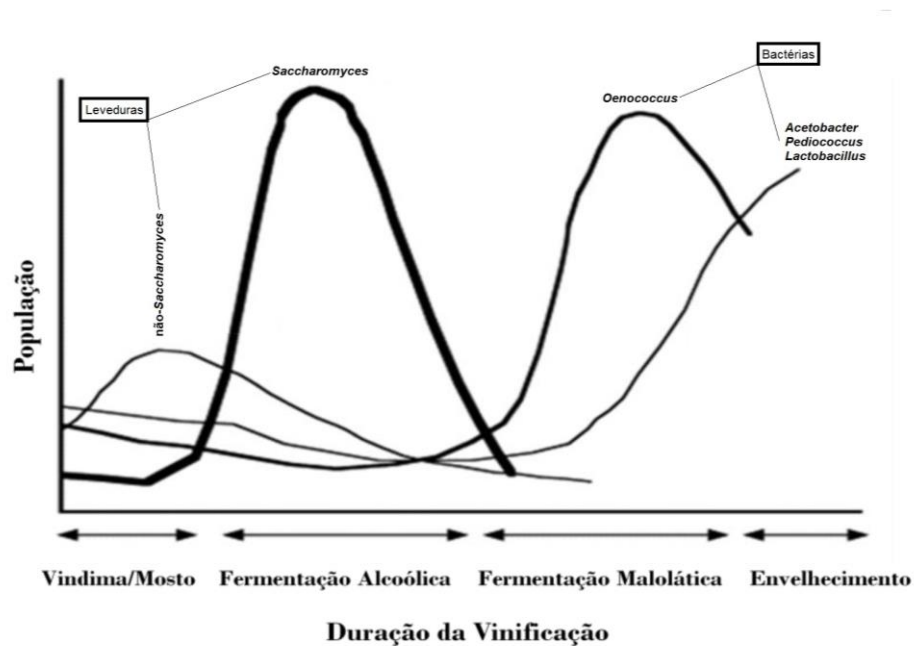


Figura 16 – Evolução da microbiota durante o processo de vinificação. Adaptado de [62].

2.2.1.4 O queijo

À semelhança do que sucedeu com muitos outros alimentos fermentados, segundo Hutkins [63], a origem e produção do primeiro queijo terá sido, certamente, acidental. De acordo com a lenda que, em muita literatura da especialidade e à falta de melhor, se tornou na explicação veiculada, um nómada errante terá enchido com leite fresco uma bolsa feita a partir do estômago de um bezerro, ou vaca, para lhe servir de alimento e/ou bebida no decurso da viagem. Passadas algumas horas, surpreendentemente, o leite havia-se transformado numa substância semissólida, facto esse que motivou o nómada a agitar o recipiente. Para surpresa sua verificou que um fluido aquoso rapidamente se separou de uma substância coalhada, cremosa e branca, moderadamente ácida e de sabor agradável. Esta mistura, coalhada e soro de leite, não só tinha um bom sabor como também tinha uma vida útil mais longa do que o leite fresco a partir do qual havia sido produzida. Apesar de, visto desta perspetiva, corresponder a um modo de produção bastante grosseiro, o produto assim feito há vários milhares de anos não era profundamente diferente de muitos dos queijos atualmente produzidos e consumidos.

O fabrico de queijo é, pois, segundo Bandeira [64] uma forma ancestral de conservar os componentes do leite (matéria gorda, proteína, e de parte do cálcio e do fósforo), um produto alimentar facilmente perecível. Quando o leite é transformado em queijo, a caseína (fração proteica) e a matéria gorda são concentradas, enquanto outros componentes do leite, especialmente a água, são removidos, constituindo o soro resultante do fabrico. Segundo Mahaut *et al.* [65], o leite é um líquido complexo, constituído por uma fase aquosa contínua, na qual se encontra essencialmente lactose e sais minerais, e uma fase dispersa de natureza proteica (micelas de caseína) e lipídica (glóbulos de gordura). As propriedades nutricionais, bem como a aptidão para a coagulação e fermentação (aspetos fundamentais para a produção do queijo), dependem muito das características físico-químicas de ambas as fases.

2.2.1.4.1. A produção e a composição do queijo

Será pois razoável que, perante os dados anteriores, se coloque a questão de saber o que efetivamente acontece ao leite durante o processo de “transformação” e que é capaz de o tornar num novo produto que, decididamente, tem diferente aparência, textura e sabor. De acordo com Hutkins [63] o esclarecimento desta questão exige que comecemos por comparar a composição inicial do leite – a matéria-prima, com a do produto final – o queijo (Figura 17).

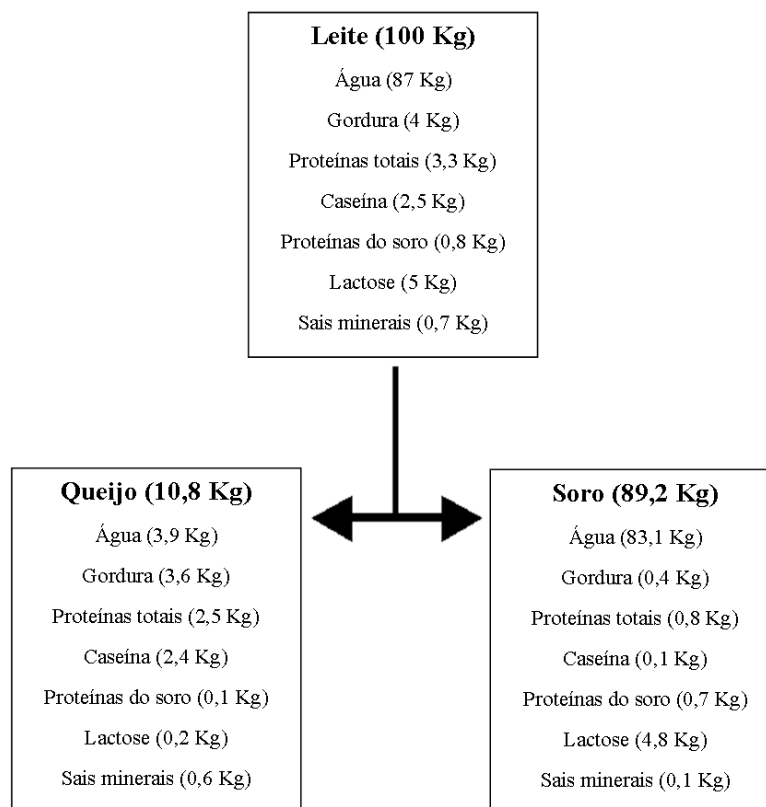


Figura 17 – “Separação” do leite em queijo e soro do leite. Adaptada de [63].

O leite de vaca é, em termos gerais e percentuais, constituído por água (87%), lactose (5%), gordura (3,5% a 4%), proteína (3,2% a 3,4%), e minerais (< 1 %), principalmente cálcio. Em contraste, um queijo típico, como por exemplo o queijo *Cheddar*, contém 36% a 39% de água, 30% a 32% de gordura, 26% a 28% de proteína, de 2% a 2,5% de sal, 1% de minerais (principalmente de cálcio), e menos que 1% de lactose. Fica, pois, evidente, ainda segundo Hutkins [63], que o queijo contém menos água e mais sólidos, principalmente sob as formas de gordura e proteína, do que o leite a partir do qual foi produzido. Note-se que a maioria das etapas que compõem o fabrico do queijo resulta na remoção de água o que contribui para a acentuada diminuição das atividades microbiana e enzimática tornando, assim, o produto final menos perecível.

Aliás, segundo Maganha [66], o queijo poderá definir-se como um produto fresco ou curado obtido, em qualquer dos casos, por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos coagulados sob a ação física do coalho, de enzimas específicas e/ou de bactérias específicas. Assim, tendo em vista a obtenção do produto final sólido, o leite é sujeito a uma complexa combinação de acontecimentos bioquímicos, biológicos e físico-químicos. Muitos destes acontecimentos, ocorrendo praticamente

em simultâneo, influenciam-se mutuamente e frequentemente têm efeitos recíprocos complexos [63].

Segundo Abreu [67] o leite utilizado para a produção do queijo, pelo menos em termos industriais para produção em larga escala, começa por ser submetido a uma série de operações de tratamento e standardização (Figura 18) que variam consoante a composição físico-química do leite e com o tipo de produto final pretendido. Após ter sido, ou não, tratado termicamente, o leite é transferido para as cubas onde é convertido em coalhada como resultado do processo de coagulação das proteínas do leite - das quais a caseína é a principal – formando assim uma massa de consistência e aspeto semelhante a um gel. A caseína, tal como ficou patente no esquema da Figura 17, representa cerca de 80% da fração proteica do leite, e na grande maioria dos queijos acaba por ser praticamente a única proteína presente [63].

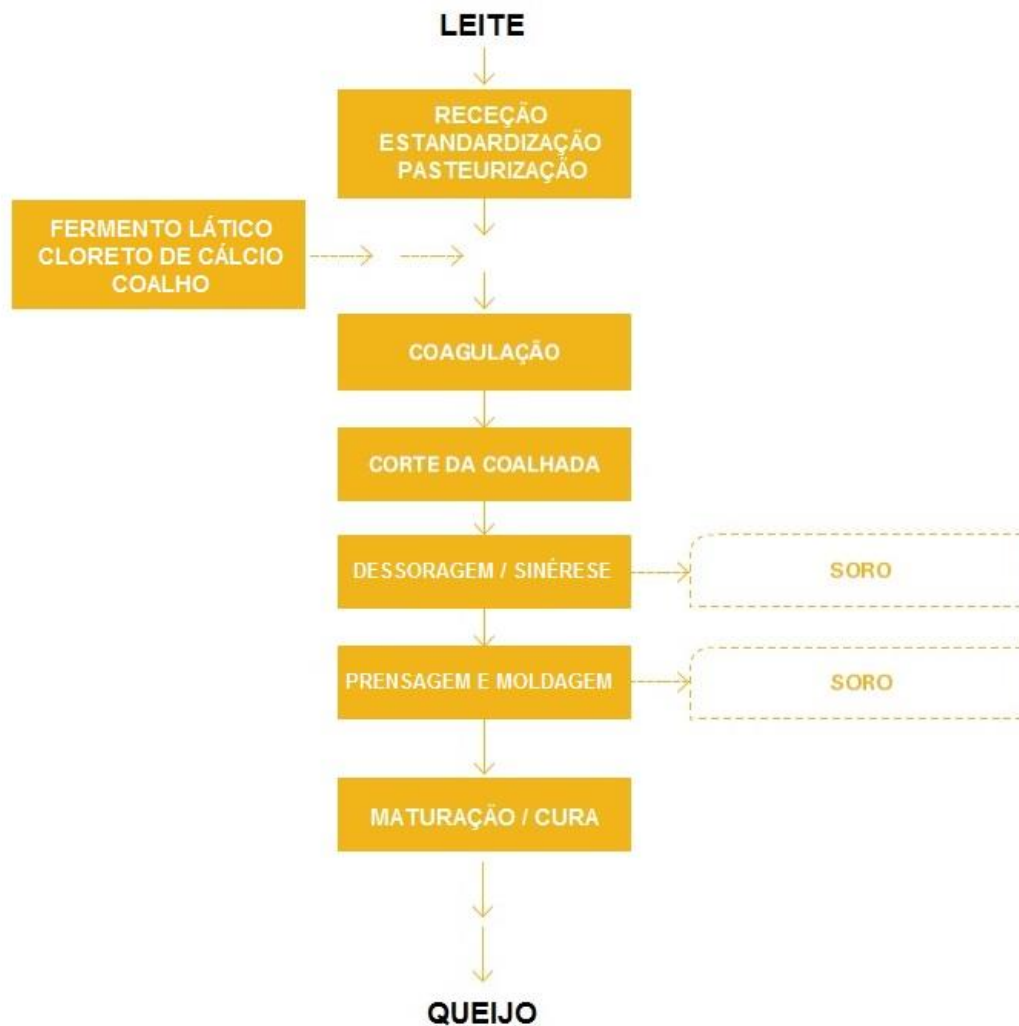


Figura 18 – Esquema representativo das fases principais do fabrico do queijo.

Adaptado de [66].

A coagulação do leite, para produção de queijo, pode obter-se por três vias distintas: (i) por adição de bactérias lácticas, que acidificam o meio até se atingir um valor de pH de 4,6, correspondente ao ponto isoelétrico da caseína; (ii) por adição de quimosina, ou coalho (animal ou vegetal ou obtido a partir de preparações de enzimas microbianas), que hidrolisa a ligação peptídica existente entre a posição 105 e a posição 106, referentes aos aminoácidos fenilalanina e metionina da κ -caseína (Phe105-Met106). Esta ação divide a κ -caseína em dois resíduos: o resíduo glicomacropéptido (GMP), solúvel, hidrofílico, constituído pelos aminoácidos 106-169, o qual fica no soro e o resíduo para- κ -caseína, insolúvel, hidrofóbico, constituído pelos aminoácidos 1-105 (esta alternativa que é a mais comumente utilizada, implica também a intervenção de íons cálcio); ou (iii) por combinação de acidificação moderada (pH 5,2) e aquecimento a 90 °C, o que resulta na desnaturação e conseqüente coagulação da caseína.

De acordo com Fox *et al.* [68] na produção da maioria dos queijos, estirpes de diferentes espécies de bactérias lácticas, cuidadosamente selecionadas em função da variedade final pretendida, são acrescentadas ao leite pouco antes da adição do coalho. Tendo em consideração que o papel principal destas bactérias é, neste âmbito, a produção de ácido láctico e, nalguns casos, de outros compostos suscetíveis de conferir ou realçar determinados sabores, cores e/ou aromas, nomeadamente ácido acético, acetaldeído e diacetil, importará, certamente, fazer referência ao relevante papel que o ácido desempenha neste contexto. Assim, porquanto a acumulação de ácido determina a diminuição do pH do meio, a sua presença promove a atividade do coalho; auxilia a saída do soro (dessoragem ou sinérese) da coalhada, reduzindo desse modo o teor de humidade do queijo; e contribui para inibição de atividade microbiana indesejável no queijo por via da criação de um meio com valores de pH desfavoráveis a grande número de micróbios. Esta capacidade de controlo de organismos patogénicos é também conhecida como atividade antagonista e ocorre devido à multiplicação competitiva com outros micróbios e é potenciada pelos efeitos inibitórios dos respetivos metabolitos com particular destaque para o ácido láctico, o peróxido de hidrogénio (H₂O₂), o dióxido de carbono (CO₂), o diacetil, o acetaldeído e as bacteriocinas (proteínas ou complexos proteicos com ação antibiótica) [69]. Estas culturas de bactérias, assim adicionadas, são chamadas *starter* e funcionam como um fermento responsável pelo início rápido e abundante da fermentação, conseqüente incremento da concentração de ácido láctico e diminuição do pH. Ainda segundo os mesmos autores, estas culturas bacterianas são também designadas *culturas lácticas* tendo em consideração que um dos principais produtos da sua atividade metabólica é o ácido láctico

formado durante a fermentação da glucose e da galactose. Note-se que estes glícidos resultam da hidrólise da lactose, dissacarídeo naturalmente presente no leite.

Genericamente, as culturas *starter*, ou culturas de “arranque”, são definidas como culturas puras de microrganismos úteis capazes de diminuir o tempo normal de fabrico de produtos, garantindo cumulativamente produtos finais de qualidade uniforme [70]. Sucede, porém, que muitas bactérias lácticas são inerentes à matéria-prima (leite) e, por isso, no fabrico de vários tipos de queijo artesanais, cujo leite não é sujeito a tratamentos prévios, a produção do ácido láctico necessário ao processo fica exclusivamente dependente da atividade metabólica das bactérias que, presentes no leite cru, irão multiplicar-se. Excetuando, pois, situações particulares de produção artesanal, atualmente a indústria utiliza fermentos cuidadosamente selecionados, que proporcionam aspetos previsíveis e desejáveis [71]. *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* e *Lactobacillus delbrueckii* são as principais espécies de bactérias *starter* utilizadas como fermentos no fabrico de queijos [71].

2.2.1.4.2. Caracterização e papel das bactérias lácticas na fermentação dos produtos lácteos

As bactérias lácticas são um grupo de bactérias Gram-positivas, catalase e oxidase negativas, não esporuladas, estritamente fermentativas, mas aerotolerantes, cujo principal produto resultante do metabolismo dos açúcares é o ácido láctico. No que respeita à tolerância de variação de temperaturas classificam-se como microrganismos mesófilos ou termófilos, com temperaturas ótimas (dependendo da espécie) entre 30 e 42 °C, sendo bastante tolerantes a ambientes ácidos [63]. Ainda segundo Hutkins [63], este é o grupo de bactérias mais importante a nível industrial, nomeadamente ao nível das culturas *starter*, sendo principalmente utilizadas na fermentação de produtos lácteos, nomeadamente na produção do queijo. Taxonomicamente encontram-se distribuídas por três géneros, *Lactobacillus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*, sendo que o género *Lactobacillus*, a que daremos particular destaque, é o mais representativo compreendendo mais de cento e cinquenta espécies, muitas delas com um importante papel na indústria dos laticínios. A sua abundante utilização como culturas *starter* encontra fundamentação nos seguintes factos: (i) produzem rapidamente uma grande quantidade de ácido láctico, levando ao rápido decréscimo do pH; (ii) de acordo com a Food and Drug Administration (FDA) são consideradas detentoras do estatuto GRAS (*Generally Recognized as*

Safe); e (iii) contribuem ainda para a aromatização de vários produtos, como o queijo, devido à produção de acetaldeído e diacetil [72].

Sob o ponto de vista metabólico, o género em apreço pode ser subdividido em três grupos distintos, de acordo com o respetivo metabolismo dos açúcares: homofermentativos obrigatórios, heterofermentativos obrigatórios e heterofermentativos facultativos (Tabela 2). Releva-se, a este propósito, que, segundo Hutkins [63], algumas das propriedades mais importantes das bactérias lácticas estão relacionadas com o metabolismo dos nutrientes. Aliás, a razão principal pela qual estes micróbios são (continuam a ser) utilizados no processamento de alimentos fermentados deve-se à capacidade que possuem de metabolizar açúcares convertendo-os em ácido láctico e outros produtos finais ácidos. Para o efeito, globalmente, concorrem duas vias fermentativas, a via homofermentativa e a via heterofermentativa. Na via homofermentativa mais de 90% do substrato inicial utilizado (glucose, galactose, frutose, entre outros) é convertido exclusivamente em ácido láctico. Por outro lado a ocorrência de vias heterofermentativas resulta na produção, para além de ácido láctico (cerca de 50% do substrato inicial utilizado), de outros produtos tais como ácido acético, etanol e dióxido de carbono. Apesar da maior parte das bactérias lácticas apenas possuírem uma dessas vias, isto é, ou são homofermentativas obrigatórias ou são heterofermentativas obrigatórias, existem contudo algumas espécies dotadas da panóplia enzimática e molecular que lhes permite, em função das condições do meio, executar quer uma via, quer a outra, sendo classificadas, por isso, como heterofermentativas facultativas (ou homofermentativas facultativas) [63] (Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies pertencentes ao género *Lactobacillus* associadas à produção de queijo, agrupadas por tipo de fermentação láctica. Adaptada de [72].

Homofermentativas	Heterofermentativas	
	Obrigatórias	Facultativas
<i>Lb. acidophilus</i> <i>Lb. delbrueckii bulgaricus</i> <i>Lb. delbrueckii lactis</i> <i>Lb. gasseri</i> <i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. johnsonii</i> <i>Lb. kefirifaciens</i>	<i>Lb. brevis</i> <i>Lb. buchneri</i> <i>Lb. diolivorans</i> <i>Lb. fermentum</i> <i>Lb. hilgardii</i> <i>Lb. kefir</i> <i>Lb. parabuchneri</i> <i>Lb. reuteri</i>	<i>Lb. casei</i> <i>Lb. coryniformis</i> <i>Lb. curvatus</i> <i>Lb. cypricasei</i> <i>Lb. paracasei paracasei</i> <i>Lb. paracasei tolerans</i> <i>Lb. paraplantarum</i> <i>Lb. pentosus</i> <i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. rhamnosus</i> <i>Lb. sakei</i>

À semelhança de todos os outros organismos heterotróficos conhecidos, também os micróbios benéficos necessitam de metabolizar alguns dos constituintes da matéria-prima onde se pretende que ocorra o desenvolvimento da cultura (no caso em análise, o leite) a fim de produzirem a energia e os materiais de que necessitam para a generalidade das atividades celulares e reprodução. No decurso do processo são também gerados outros produtos finais que, por não serem mais necessários às células, são excretados para o meio extracelular. Efetivamente alguns destes subprodutos, que assim são adicionados aos restantes constituintes da matéria-prima, conferem características únicas ao produto final, nomeadamente no que respeita ao sabor e à textura [63].

2.2.1.4.3. Transporte de açúcares através da membrana plasmática nas bactérias

A generalidade das moléculas que chegam ao meio intracelular das bactérias, tal como a lactose, têm de atravessar a parede e a membrana celular. No entanto, na maioria das bactérias lácticas Gram-positivas, é a membrana plasmática que constitui a barreira principal. Esta estrutura, que separa o citoplasma do meio externo, é composta por uma bicamada fosfolipídica na qual se encontram incorporadas moléculas proteicas, algumas das quais atravessam a bicamada, desde o lado citoplasmático até ao lado da parede celular. Várias dessas moléculas são proteínas transportadoras e estão envolvidas no transporte de moléculas desde o exterior para o meio intracelular participando também na remoção de muitos subprodutos para o meio extracelular. Geralmente as moléculas de pequenas dimensões, tais como os monossacarídeos (glucose, galactose e frutose) e os dissacarídeos (lactose, maltose e trealose) são transportados, praticamente inalterados, para o interior da célula por transportadores proteicos específicos.

Nas bactérias, o transporte destes açúcares pode ocorrer por três mecanismos diferentes (Figura 19): (i) translocação de grupo (sistema de fosfoenolpiruvato:fosfotransferase, PEP:PTS), em que o substrato é transportado e simultaneamente fosforilado, sendo o dador do grupo fosfato o fosfoenolpiruvato (PEP); (ii) transporte ativo secundário (uniporte, simporte ou antiporte), em que o transporte está associado a um gradiente químico ou eletroquímico de outros solutos; e (iii) transporte ativo primário (sistema ABC), em que a translocação do açúcar está acoplada à hidrólise de ATP (ATPases).

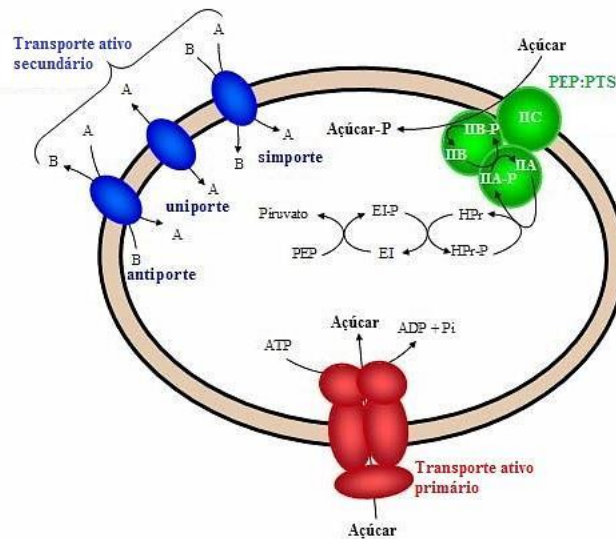


Figura 19 - Sistemas de transporte de açúcares em bactérias. Adaptado de Maio [73].

Reportando-nos particularmente à situação em estudo, parece-nos oportuno elencar e descrever, ainda que de forma sucinta, as etapas principais do processo, e respectivas vias metabólicas, que possibilitam às bactérias lácticas a conversão da lactose (galactose - glucose) em ácido láctico, bem como fazer referência aos componentes celulares envolvidos no transporte da lactose desde o meio extracelular até ao interior da célula (Figura 20).

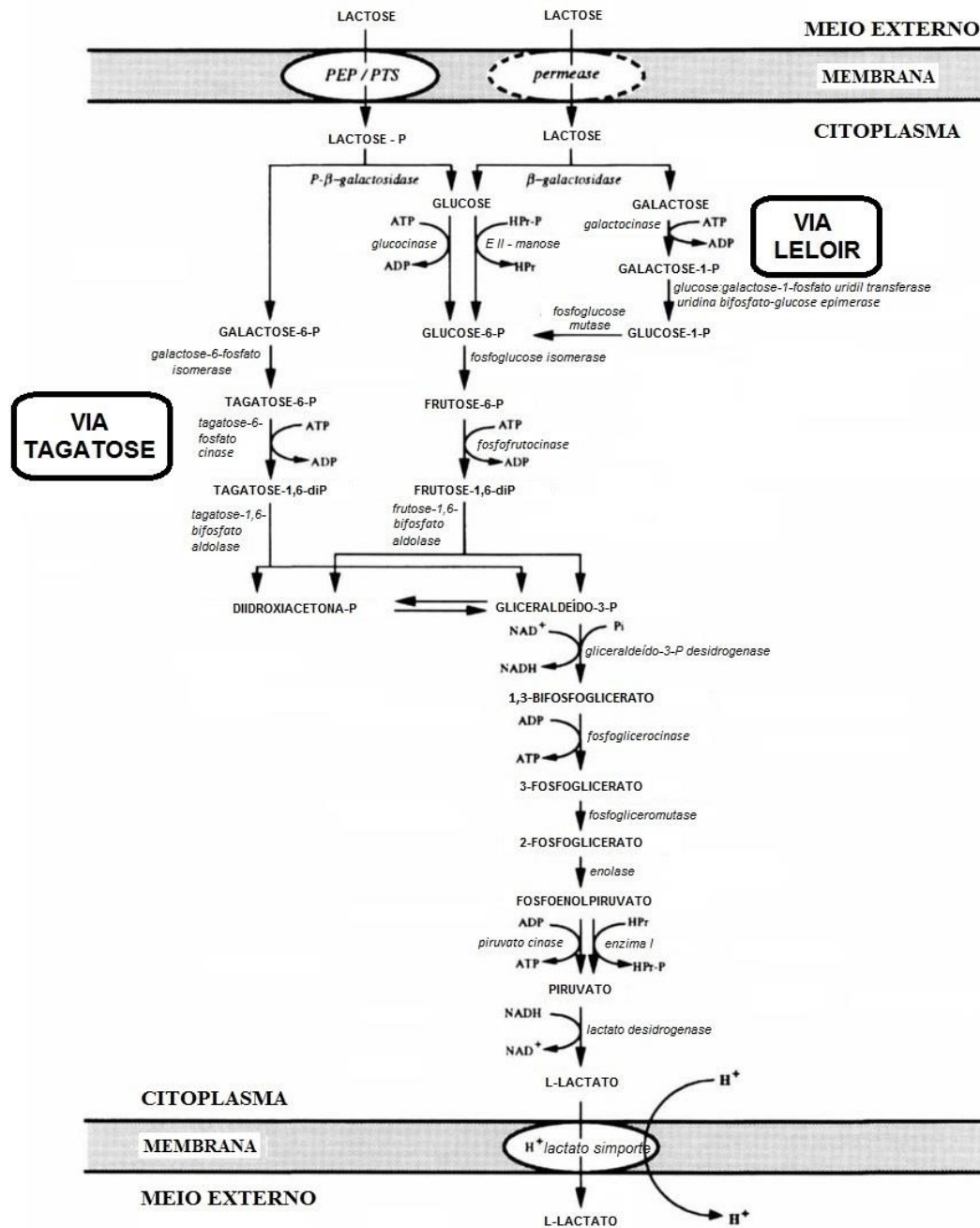


Figura 20 - Via glicolítica do metabolismo da lactose em bactérias lácticas. Adaptado de [68].

Previamente ao processo fermentativo, que ocorre no citoplasma, a lactose tem de ser transportada para o meio interno. Para o efeito as bactérias lácticas utilizadas como culturas *starter* na fermentação do leite para o fabrico de produtos lácteos recorrem a dois sistemas de transporte diferentes, permease e fosfotransferase (PTS). Embora ambos os processos careçam de energia, na primeira situação ela provém da hidrólise de ATP, enquanto a energia necessária ao funcionamento do segundo processo de transporte deriva da molécula de fosfoenolpiruvato

(PEP), nomeadamente como resultado de uma série complexa de reações enzimáticas que promove a transferência do fosfato de alta energia do PEP para a lactose [68]. Resulta pois que através do sistema permease a lactose é transportada sem sofrer qualquer alteração ao passo que através do sistema PTS o mesmo açúcar chega ao citoplasma sob a forma de lactose-fosfato (lactose-P). Assim, a forma como se inicia o metabolismo da lactose no interior da célula, nomeadamente o tipo de enzimas envolvidas, está diretamente dependente do tipo de sistema utilizado no transporte da molécula para o interior da célula. A lactose-P, chegada ao citoplasma através do sistema PTS, é hidrolisada por ação da enzima fosfo- β -galactosidase (P β gal) em glucose e galactose-6-fosfato, enquanto a lactose transportada pela permease é hidrolisada pela β -galactosidase (β gal) em glucose e galactose.

Tendo ainda em consideração a figura 20, que esquematiza os passos principais do catabolismo da lactose a ácido láctico tal como ocorre em grande número de bactérias lácticas, nomeadamente naquelas que são homofermentativas, a fermentação da glucose, posteriormente à hidrólise da lactose e/ou da lactose-P, ocorre seguindo a via glicolítica. A galactose-6-P é, por seu turno, metabolizada intermediariamente em vários derivados tagatose até gliceraldeído-3-P e diidroxiacetona fosfato. A tagatose é um estereoisómero da frutose (Figura 21) [68].

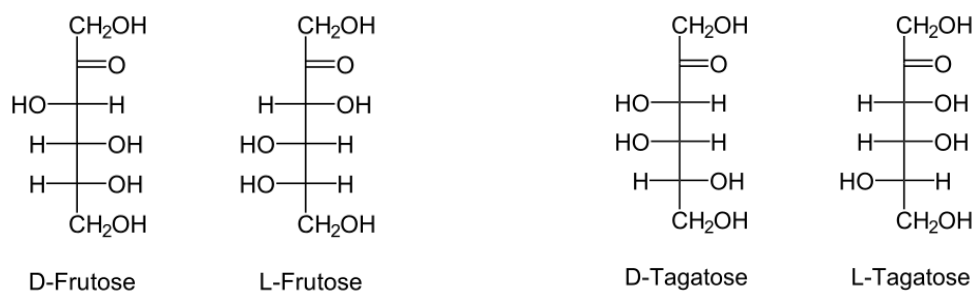


Figura 21 – Comparação dos estereoisómeros frutose e tagatose. Adaptado de [68].

O metabolismo da galactose, originária da hidrólise da lactose, ocorre inicialmente através da via Leloir (Figura 20) até à sua conversão em glucose-6-P que é incorporada na via glicolítica.

Assim o conjunto de bactérias lácticas cujo metabolismo da lactose (galactose – glucose)/lactose-P (galactose-P–glucose) corresponde ao(s) processo(s) esquematizados na figura 20 pertencem ao grupo homofermentativo fermentando hexoses de modo que, na situação em apreço, a quase totalidade das moléculas de glucose e de galactose fermentadas são, no final do processo, convertidas em ácido láctico. Trata-se, pois, da fermentação láctica em que, no final da glicólise, o piruvato, que neste processo é o aceitador final de eletrões, vai ser reduzido a ácido láctico. Por

cada molécula de glucose/galactose utilizada são produzidas duas moléculas de ácido láctico e duas de ATP [56].

Há, contudo, outras bactérias lácticas, heterofermentativas, tais como as pertencentes ao género *Leuconostoc*, que fermentam a glucose e a galactose utilizando a via das pentoses-fosfato, alternativamente referida como a via fosfoacetolase. Nesta situação a galactose é, num primeiro momento, convertida em glucose-1-P através da via Leloir (Figura 21) e, posteriormente em glucose-6-P que entra na via fosfoacetolase.

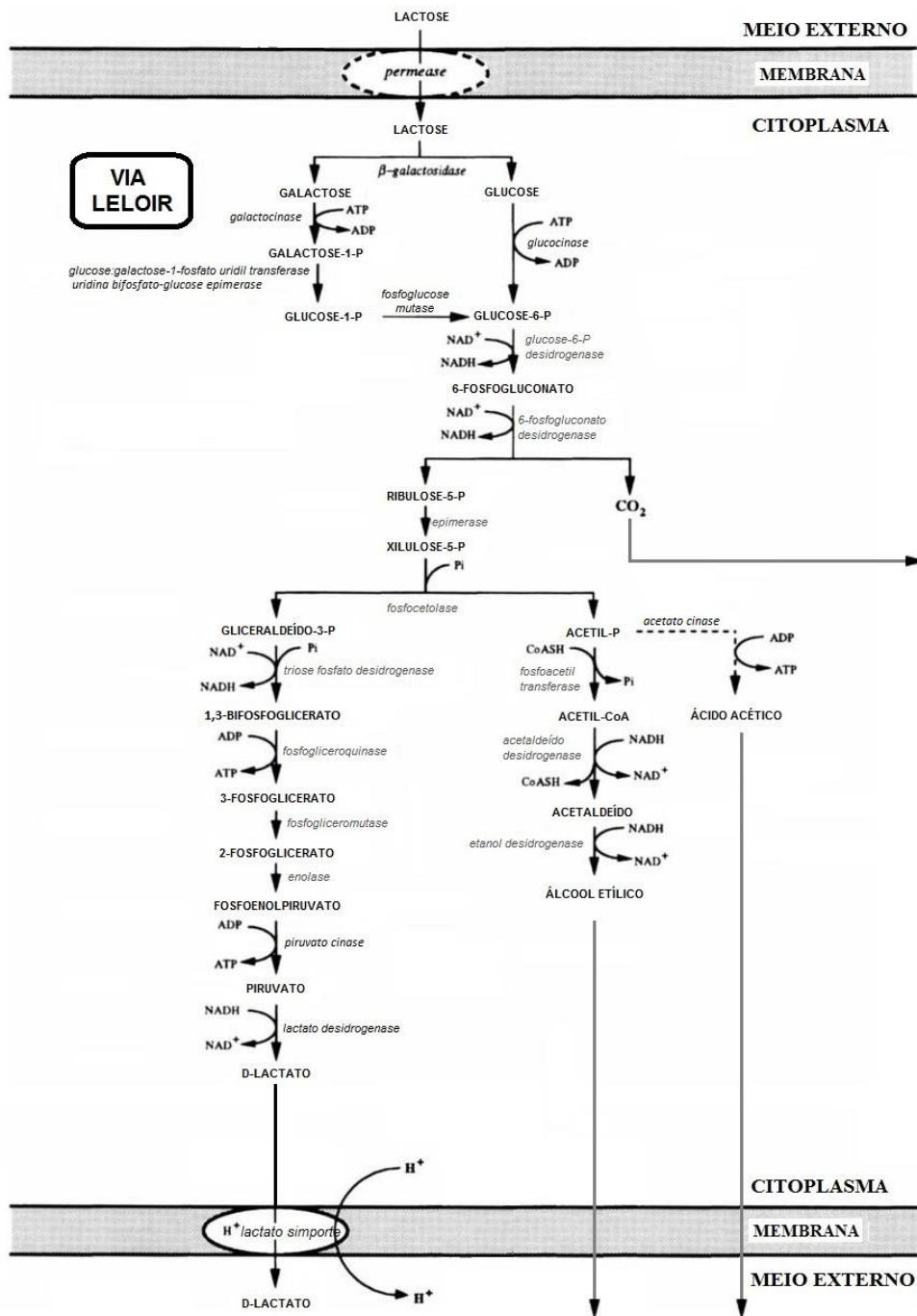


Figura 22 – Via fosfoacetolase do metabolismo da lactose em bactérias lácticas. Adaptado de [68].

A análise comparativa das Figuras 20 e 22 permite concluir que os produtos finais em ambas as situações são bastante diferentes. Assim, na sequência da via glicolítica, tomando como referência a molécula de lactose (salvo as exceções correspondentes às bactérias lácticas que excretam galactose [68]) por cada molécula utilizada são produzidas 4 moléculas de ácido láctico, enquanto através da via fosfoctolase, também a partir de uma molécula de lactose, são produzidas 2 moléculas de ácido láctico, 2 de dióxido de carbono, etanol e ácido acético.

2.2.1.4.4. A quimosina e a coagulação do leite

Para além do importantíssimo contributo do ácido láctico, resultante do metabolismo das bactérias lácticas, na diminuição acentuada do pH e conseqüente criação das condições apropriadas à coagulação do leite, importa, assim mesmo, referir que a maioria dos queijos fabricados em todo o mundo, no que à coagulação diz respeito, depende da utilização da quimosina que, muito embora conhecida apenas há pouco mais de um século, terá também estado implicada na origem dos primeiros queijos há já vários milhares de anos. Neste contexto, sendo a quimosina uma enzima, a produção de queijo, mesmo que inicialmente tenha sido uma consequência inesperada resultante do armazenamento de leite em bolsas fabricadas a partir de estômagos de ruminantes, representará, por isso, uma das primeiras aplicações biotecnológicas das enzimas [74]. Assim, ainda segundo os mesmos autores, na sequência da sua identificação como enzimas proteolíticas, a quimosina (e a pepsina) foram consideradas como os principais ingredientes ativos no processo. Apesar disso, no âmbito do processo de produção do queijo, continuam tal como antes, a serem frequentemente referenciadas apenas como “coalho”.

Ainda a propósito da etapa em análise, releva-se que, muito embora a quimosina, por si só, seja suficiente para a coagulação do leite, os fermentos lácticos são essenciais para o sucesso da produção da maioria dos queijos. As bactérias lácticas que participam na produção do queijo não são apenas responsáveis pela produção do ácido láctico mas também contribuem decisivamente para o sabor, a textura, e as propriedades reológicas do queijo.

2.2.1.4.5. Etapas básicas comuns à produção da maioria dos queijos

No processo de obtenção do queijo, para além da coagulação da caseína do leite, subsequente corte do coalho e dessoramento, é ainda necessária a operação de moldagem (para dar forma ao queijo) e/ou a operação de maturação (ou cura) [75]. A produção das diferentes variedades

de queijo envolve, geralmente, procedimentos semelhantes em que, desde a receção até à embalagem do produto final, as matérias-primas passam por uma série de etapas ao longo das quais se concretiza o processamento do produto. Alterações introduzidas nalgumas fases do processo, assim desejadas e previstas, possibilitam o surgimento de diferentes características no produto final que distinguem os vários tipos de queijo [76]. Nenhum outro alimento fermentado começa por uma matéria-prima tão simples e termina com uma tão incrível diversidade de cor, sabor, textura e aparência como sucede com o queijo [63], a que acresce o facto de que, de entre todos os alimentos fermentados, provavelmente seja este o que atualmente, em termos de produção, exige a mais complexa e intrincada relação entre ciência, tecnologia e *artesanato*.

3. Micróbios com interesse alimentar

3.1. A fermentação e a conservação dos alimentos

A fermentação enquanto técnica de conservação de alimentos, embora continue hoje a ser utilizada em muitas regiões do planeta, foi ampla e generalizadamente utilizada no passado porquanto se trata(va) de uma estratégia não dependente de fontes energéticas externas e universalmente acessível [77]. Neste âmbito os exemplos mais comuns são a utilização de bactérias lácticas a fim de provocar a redução do pH, no decurso da fermentação láctica, e o uso de leveduras na realização da fermentação alcoólica. Nestas situações a conservação dos alimentos é uma consequência indireta da conversão de hidratos de carbono, e outros compostos relacionados, em produtos finais tais como ácidos (ex. ácido láctico), álcoois (ex. etanol) e dióxido de carbono na medida em que estes compostos promovem o desenvolvimento de condições desfavoráveis à proliferação de micróbios contaminantes bem como à continuidade do seu próprio desenvolvimento. Apesar das alterações ocorridas, porque a conversão/degradação dos compostos em resultado dos processos fermentativos desenvolvidos pelos micróbios é incompleta, os alimentos conservam elevados valores nutricionais. Aliás, determinadas alterações ocorridas no decurso destes processos são efetivamente suscetíveis de incrementar o valor nutritivo das matérias-primas, como sucede devido à acumulação de vitaminas e antioxidantes ou aquando da degradação de polímeros de difícil digestão em produtos mais facilmente assimiláveis [77].

Terá sido a observação empírica de que certas formas de armazenamento de alimentos levavam ao surgimento de alterações desejáveis nas suas características que conduziu à eventual replicação de procedimentos tendo em vista a obtenção de resultados semelhantes [78] e a mais importante dessas mudanças deverá ter sido, originalmente, o prolongamento do prazo de validade e segurança dos produtos, muito embora esse aspeto se tenha tornado menos relevante no mundo industrializado após o advento de métodos alternativos de conservação, como sejam as conservas, a refrigeração e o congelamento.

3.1.1. A industrialização dos processos de fabrico de produtos fermentados

Até à Revolução Industrial a produção de alimentos e bebidas fermentadas ocorreu apenas em pequena escala sendo que, segundo Caplice & Fitzgerald [79], em meados do século XIX, ocorreram dois eventos com impactos significativos quer sobre a forma como as fermentações

passaram a ser exploradas, quer relativamente à compreensão do processo. Primeiro, como consequência da Revolução Industrial, a concentração de grandes massas populacionais nas vilas e nas cidades rapidamente tornou claro que os métodos tradicionais de produção de alimentos fermentados, até então utilizados, eram manifestamente insuficientes para suprir o enorme acréscimo na procura pelo que, como forma de dar resposta a este “novo mercado”, e graças à industrialização do processo de fabrico, iniciou-se a produção em larga escala. Como segundo evento, muito embora sem qualquer relação de causalidade, até porque, independentemente do primeiro, este já se encontrava em curso, desde meados do século que a microbiologia havia iniciado a conquista do seu espaço enquanto ciência o que contribuiu decisivamente para a descoberta e compreensão da base biológica da fermentação, revelando progressivamente o papel essencial das bactérias, das leveduras e outros fungos, filamentosos e não filamentosos, no processamento dos alimentos fermentados, tornando assim possível uma utilização mais controlada e eficiente dos processos fermentativos.

Os fungos, particularmente as leveduras, desempenham papéis relevantes na produção de uma grande variedade de alimentos fermentados tradicionais cujas origens remontam a épocas muito distantes, facto que não obsta a que vários desses produtos sejam atualmente produzidos, em larga escala, com recurso a modernas tecnologias de que se destaca a manipulação genética de leveduras e de outros fungos com interesse [80].

Também as bactérias lácticas constituem um importantíssimo grupo de micróbios utilizados na fermentação de alimentos porquanto o resultado da sua atividade sobre as matérias-primas influi positivamente no sabor, na textura e preservação dos produtos finais. Para além de serem o principal organismo envolvido na fermentação dos produtos lácteos, as bactérias lácticas, nomeadamente os resultados da sua atividade, podem ainda constituir importantes benefícios para a saúde do homem e de outros animais [81].

3.1.2. Diversidade microbiana no processamento de alimentos

Há ainda outras bactérias que também estão envolvidas nos processos de fermentação de alimentos sendo que algumas delas contribuem significativamente para o desenvolvimento do sabor e de outras características dos produtos fermentados. Neste particular *Propionibacterium* representa, provavelmente, o grupo que inclui as mais conhecidas, designadamente pelo papel que desempenham como culturas *starter* em produtos lácteos nos quais produzem os “buracos” e sabor característicos dos típicos queijos suíços.

O inventário das espécies microbianas, cuja presença e utilização no processamento de alimentos é considerada benéfica para o homem (*Inventory of Microbial Food Cultures – IMFC*), atualizado em 2011 [82], contempla 195 espécies bacterianas e 69 espécies de leveduras e outros fungos. As Tabelas 3 e 4 apresentam uma visão geral das referidas espécies de bactérias e fungos, respetivamente, com indicação das categorias taxonómicas principais em que se inserem, bem como a correspondente quantidade.

Tabela 3 – Diversidade bacteriana com interesse alimentar. Adaptada de [82].

Filo	Familia	Género	Espécies	
<i>Actinobacteria</i>	<i>Bifidobacteriaceae</i>	<i>Bifidobacterium</i>	8	
	<i>Brevibacteriaceae</i>	<i>Brevibacterium</i>	3	
	<i>Corynebacteriaceae</i>	<i>Corynebacterium</i>	4	
	<i>Dermabacteraceae</i>	<i>Brachybacterium</i>	2	
	<i>Microbacteriaceae</i>	<i>Microbacterium</i>	1	
	<i>Micrococcaceae</i>	<i>Arthrobacter</i>	4	
		<i>Kocuria</i>	2	
		<i>Micrococcus</i>	2	
		<i>Propionibacteriaceae</i>	<i>Propionibacterium</i>	5
		<i>Streptomycetaceae</i>	<i>Streptomyces</i>	1
	Espécies do Filo <i>Actinobacteria</i>			32
<i>Firmicutes</i>	<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus</i>	3	
		<i>Carnobacterium</i>	3	
	<i>Enterococcaceae</i>	<i>Enterococcus</i>	3	
		<i>Tetragenococcus</i>	2	
		<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>	84
	<i>Leuconostocaceae</i>	<i>Pediococcus</i>	3	
		<i>Leuconostoc</i>	12	
		<i>Oenococcus</i>	1	
		<i>Weissella</i>	9	
		<i>Staphylococcaceae</i>	<i>Macrococcus</i>	1
	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Staphylococcus</i>	15	
		<i>Lactococcus</i>	3	
		<i>Streptococcus</i>	3	
	Espécies do Filo <i>Firmicutes</i>			142
	<i>Proteobacteria</i>	<i>Acetobacteraceae</i>	<i>Acetobacter</i>	9
<i>Gluconacetobacter</i>			9	
<i>Enterobacteriaceae</i>		<i>Hafnia</i>	1	
		<i>Halomonas</i>	1	
<i>Sphingomonadaceae</i>	<i>Zymomonas</i>	1		
Espécies do Filo <i>Proteobacteria</i>			21	
Número total de espécies			195	

Tabela 4 – Diversidade de fungos com interesse alimentar. Adaptada de [82].

Filo	Família	Género	Espécies
Ascomycota	<i>Cordycipitaceae</i>	<i>Lecanicillium</i>	1
		<i>Geotrichum</i>	1
	<i>Dipodascaceae</i>	<i>Yarrowia</i>	1
		<i>Galactomyces</i>	1
	<i>Microascaceae</i>	<i>Scopulariopsis</i>	1
		<i>Nectriaceae</i>	<i>Fusarium</i>
	<i>Saccharomycetaceae</i>	<i>Candida</i>	10
		<i>Cyberlindnera</i>	2
		<i>Debaryomyces</i>	1
		<i>Dekkera</i>	1
		<i>Hanseniaspora</i>	3
		<i>Kazachstania</i>	2
		<i>Kluyveromyces</i>	1
		<i>Lachancea</i>	2
		<i>Metschnikowia</i>	1
		<i>Pichia</i>	4
		<i>Saccharomyces</i>	4
		<i>Schwanniomyces</i>	1
		<i>Starmerella</i>	1
		<i>Trigonopsis</i>	1
		<i>Wickerhamomyces</i>	1
		<i>Zygosaccharomyces</i>	1
		<i>Zygorulaspora</i>	1
<i>Kluyveromyces</i>	1		
<i>Sarcosomataceae</i>	<i>Torulaspora</i>	1	
<i>Schizosaccharomycetaceae</i>	<i>Schizosaccharomyces</i>	1	
<i>Sordariaceae</i>	<i>Neurospora</i>	1	
<i>Trichocomaceae</i>	<i>Aspergillus</i>	4	
	<i>Penicillium</i>	7	
Espécies do Filo <i>Ascomycota</i>			59
Basidiomycota	<i>Cystofilobasidiaceae</i>	<i>Cystofilobasidium</i>	1
		<i>Guehomyces</i>	1
Espécies do Filo <i>Basidiomycota</i>			2
Zygomycota	<i>Mucoraceae</i>	<i>Mucor</i>	4
		<i>Rhizopus</i>	4
Espécies do Filo <i>Zygomycota</i>			8
Número total de espécies			69

Em 1987 Campbell-Platt [39], no seu livro “*Fermented Foods of the World: A Dictionary and Guide*”, catalogou 3500 alimentos e bebidas fermentadas que dividiu em 250 grupos. Também, a este propósito, Tamang & Kailasapathy [83], consideram que todos os dias são preparados e consumidos, por milhares de milhões de pessoas em todo o mundo, cerca de 5000 variedades de alimentos fermentados e bebidas alcoólicas, sendo que parte deles serão produtos tradicionais exclusivos de populações e/ou etnias geograficamente circunscritas. Ainda segundo estes autores os produtos fermentados podem ser classificados em nove grupos principais tendo

como critério principal os substratos (matérias-primas) iniciais, sejam eles de origem vegetal ou animal: (1) cereais fermentados, (2) vegetais e rebentos de bambu fermentados, (3) legumes fermentados, (4) raízes/tubérculos fermentados, (5) produtos lácteos fermentados, (6) produtos cárneos fermentados e em conserva, (7) produtos piscícolas fermentados, secos e fumados, (8) produtos fermentados variados e (9) bebidas alcoólicas.

3.1.3. Melhoria dos parâmetros de eficiência, qualidade e confiabilidade da fermentação

A evolução dos conhecimentos científicos nesta área tem sido marcada por contínuos avanços e, para além da possibilidade de se proceder à seleção dos organismos utilizando-os também em processos industriais com vista à produção de determinados produtos finais em larga escala, é hoje, e já desde o final da década de 70 do século passado, possível otimizar as suas enzimas melhorando assim a eficiência, a qualidade e a confiabilidade da fermentação dos alimentos [39]. Ora, este processo de otimização a que nos referimos vai para além da pesquisa e seleção de enzimas produzidas naturalmente em ambientes selvagens pelos respetivos micróbios. Diz, pois, respeito a processos de engenharia genética que, de acordo com Fox e Huisman [84], permitindo a geração de diversidade genética por via de processos de “evolução dirigida”, constituem-se como uma poderosa ferramenta para a criação de enzimas comercialmente úteis, particularmente através das abordagens que se baseiam em métodos de recombinação *in vitro*, tais como rearranjos/manipulação da molécula de ADN, fundamentais para a expressão de enzimas otimizadas no âmbito do processo industrial em questão.

3.2. As leveduras

Debruçar-nos-emos seguidamente, de forma muito particular, sobre as leveduras uma vez que estas, nomeadamente os seus representantes mais comuns, tiveram e continuam a ter um papel determinante na produção de alimentos cuja importância e centralidade tem sido transversal a todas as civilizações. Concomitantemente, por se tratar de um organismo eucariota unicelular, reúne, como veremos adiante, características que o tornam uma plataforma de eleição para a produção de compostos de interesse alimentar, nutracêutico e medicinal com base na tecnologia do ADN recombinante.

O termo “levedura” é, na linguagem quotidiana, sinónimo de “*Saccharomyces cerevisiae*”, nome científico referente à categoria taxonómica Espécie (Tabela 5) atribuído a uma espécie de levedura descoberta em 1837 no malte, aquando da preparação dos cereais para a produção de cerveja. O nome científico "*Saccharomyces*" deriva de uma palavra grega que significa "*fungo do açúcar*", enquanto a raiz do epíteto "*cerevisiae*" está relacionada com Ceres, o deus romano das culturas [85]. Também frequentemente designada como levedura da cerveja ou levedura do fermento de padeiro, *S. cerevisiae* não é, de todo, a única levedura envolvida em processos de fermentação.

Tabela 5 – Hierarquia taxonómica da levedura *S. cerevisiae*. Adaptada de [86].

Categoria taxonómica	Classificação
Reino	Fungi
Divisão	Ascomycota
Subdivisão	Ascomycotina
Classe	Hemiascomycete
Ordem	Endomycetales
Família	Caccharomycetaceae
Subfamília	Saccharomyetoideae
Género	<i>Saccharomyces</i>
Espécie	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

As leveduras são eucariotas unicelulares que, apesar disso, apresentam uma ultra-estrutura celular semelhante à das células eucarióticas superiores. Este facto, aliado à facilidade de crescimento e versatilidade na utilização em experiências laboratoriais tendo em vista o desenvolvimento de análises bioquímicas, biológicas, genéticas e moleculares, faz das leveduras excelentes organismos modelo em estudos de biologia celular eucariótica [86]. O tamanho das células de levedura pode variar amplamente, dependendo das espécies e das condições de crescimento. Algumas leveduras podem apresentar apenas 2-3 µm de comprimento, ao passo que outras chegam a atingir comprimentos da ordem dos 20-40 µm. Já no que respeita à largura os valores são menos variáveis e normalmente ficam compreendidos entre 1 e 10 µm. No que concerne à forma as leveduras apresentam uma grande diversidade sendo que as células de *S. cerevisiae* são, geralmente, elipsoidais, com um diâmetro maior que pode variar entre 5 e 10 µm e um diâmetro menor de 1-7 µm.

Com recurso a microscopia eletrónica de transmissão, a célula de uma levedura típica revela as seguintes estruturas e/ou organelos: parede celular, núcleo, mitocôndria, retículo endoplasmático, aparelho de Golgi, vacúolos, micro corpos, e vesículas secretoras. Alguns dos

organelos e estruturas referidos são identificáveis na microfotografia eletrónica de uma célula de levedura típica representada na Figura 23. No citoplasma, para além de outras moléculas de menores dimensões, encontram-se ribossomas e, ocasionalmente, também podem estar presentes plasmídeos. A organização estrutural da célula é mantida à custa de um citoesqueleto de microtúbulos e filamentos de actina. O invólucro da célula, que encerra o citoplasma, compreende (a partir do interior para o exterior) a membrana plasmática, o periplasma, a parede celular e, em certas leveduras, uma cápsula e uma camada fibrilar.

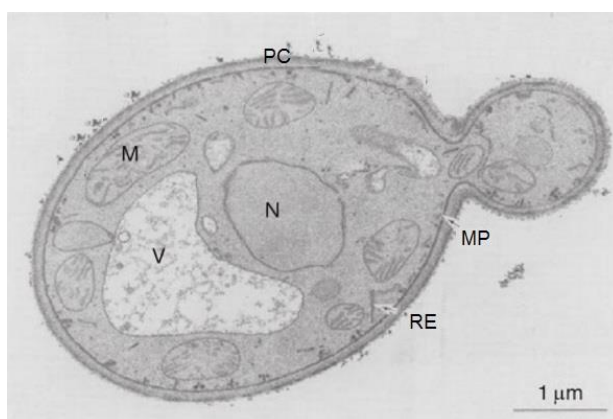


Figura 23 – Ultra estrutura celular de uma levedura típica. A microfotografia eletrónica é de uma célula de *Candida albicans*. PC, parede celular; M, mitocôndria; V, vacúolo; N, núcleo; RE, retículo endoplasmático; e MP, membrana plasmática. Adaptada de [86].

Parece-nos particularmente relevante, e tal facto emerge notoriamente da bibliografia consultada que indelevelmente transparece no presente trabalho, reforçar a referência à enorme diversidade microbiana que, até ao momento, já é conhecida no nosso planeta. Obviamente, para o efeito, também as leveduras contribuem com a sua importante quota-parte de responsabilidade sendo que, segundo Walker [86], estão já identificadas e caracterizadas sob o ponto de vista genético e filogenético mais de 1500 espécies.

Acresce ainda referir que a identificação de novas espécies continua a ocorrer com relativa regularidade em diversos habitats naturais que variam desde as mais recônditas paragens do planeta até à superfície dos tecidos das plantas, incluindo as flores e os frutos, e mesmo sobre o corpo dos insetos que se têm revelado, também, importantes fontes de biodiversidade destes organismos [77]. Ora o conhecimento mais aprofundado da biodiversidade disponível cria, naturalmente, uma muito maior possibilidade de experimentação, e eventual seleção, de novas estirpes que se revelem mais eficientes e adequadas à concretização de objetivos industriais específicos.

3.2.1. Metabolismo e exigências nutricionais das leveduras

As leveduras são organismos heterotróficos, maioritariamente aeróbios obrigatórios, embora alguns, como *S. cerevisiae* e outros, sejam anaeróbios facultativos. Os anaeróbios facultativos são capazes de crescimento anaeróbio e de crescimento aeróbio, sendo que no decurso da via anaeróbia efetuam a conversão fermentativa dos açúcares em etanol, CO₂ e biomassa celular e quando utilizam a aerobiose os açúcares são convertidos em CO₂ e H₂O, obtendo por esta via um rendimento muito mais elevado na produção de biomassa celular [86].

Também segundo Bamforth [77], as leveduras apresentam, de um modo geral, exigências nutricionais relativamente simples requerendo uma fonte de carbono reduzida, vários minerais, uma fonte de azoto e vitaminas. Para efeitos de suprimento das suas necessidades utilizam facilmente os sais de amónio, muito embora possam utilizar também vários compostos de azoto orgânico, designadamente aminoácidos e ureia. No que concerne a necessidades vitamínicas elas limitam-se à biotina (vitamina B7), ao ácido pantoténico (vitamina B5) e à tiamina (vitamina B1). Apesar de todas as leveduras serem capazes de utilizar a glucose como fonte reduzida de carbono, a possibilidade de utilização de outros tipos de açúcares varia em função da espécie, constituindo o espectro de açúcares metabolizados um critério importante para a identificação das leveduras. Walker [86] refere também, a este propósito, que em contexto industrial as leveduras são, frequentemente, utilizadas numa grande variedade de matérias-primas entre as quais se inclui: mosto de malte, melaço, sumo de uva, soro do queijo, xaropes de glucose, licor de cozimento ao sulfito ácido (subproduto da indústria da pasta de papel) e hidrolisados lenhocelulósicos.

Relativamente ao papel desempenhado pelo oxigénio no metabolismo das leveduras poder-se-á afirmar que a maioria é aeróbia. Aliás, de um modo geral, o crescimento das leveduras, nomeadamente no que respeita ao aumento de biomassa ou número de células, na ausência de oxigénio é fraco. De acordo com Walker [86], esta situação ocorre porque o oxigénio, para além de ser a molécula aceitadora final de eletrões na respiração, é também necessário como fator de crescimento nomeadamente para a biossíntese dos ácidos gordos (ex.: ácido oleico) e esteróis (ex.: ergosterol) da membrana celular. De facto, ainda segundo Walker [86], a levedura *S. cerevisiae* é auxotrófica para o ácido oleico e para o ergosterol em condições anaeróbias, pelo que, em absoluto rigor, esta levedura não é anaeróbia facultativa.

3.2.2. A levedura como modelo celular eucariota

As células das leveduras continuam, desde há muitos anos, a fascinar os citologistas principalmente pelo facto de serem facilmente mantidas em culturas laboratoriais e porque, apesar de serem unicelulares, retratam fielmente muitas das características ultra-estruturais das células eucariotas superiores, designadamente as dos seres multicelulares [88]. Aliás, essas características explicam e fundamentam o facto de a levedura ter vindo a ganhar um relevo crescente como organismo modelo em investigação aplicada desde que, em 1935, O. Winge desenvolveu os primeiros estudos sobre genética das leveduras no Laboratório Carlsberg em Copenhaga tendo, então, demonstrado a alternância da haplófase e da diplófase nas leveduras utilizadas experimentalmente [89]. Ainda neste âmbito, mais tarde, em 1947, Hershel Roman, na Universidade de Washington, substituiu *Drosophila* (mosca do vinagre) e *Zea mays* (milho), enquanto principais organismos experimentais utilizados em pesquisa genética, pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* [85, 89], o que veio a constituir-se como um marco decisivo na afirmação da levedura como organismo experimental de eleição em pesquisas de genética molecular, num primeiro momento, e mais tarde, como veremos adiante, também noutras áreas. Ainda segundo Roman [89] a preferência, para efeitos de pesquisa, pela levedura em questão resultou das propriedades e características intrínsecas do próprio organismo, nomeadamente: (i) é um organismo eucariota simples, (ii) é unicelular, (iii) as exigências de manutenção e facilidades de manuseamento são semelhantes às das bactérias, (iv) têm um ciclo de vida curto, com a duração de cerca de 1,5 horas a 30° C, durante a fase de crescimento exponencial, (v) apresenta diplófase e haplófase estáveis, (vi) o processo de meiose ocorre normalmente e a mitose é também um processo estável.

Assim, para além dos aspetos já referidos, é hoje consensual, e muitos investigadores perceberam-no rapidamente, que a levedura (particularmente *S. cerevisiae* e *Schizosaccharomyces pombe*) corresponde a um poderoso e prático modelo celular no qual a arquitetura da célula e os mecanismos citológicos fundamentais dos eucariotas podem ser investigados com êxito [85]. Concretamente, tem sido o sistema modelo nas pesquisas a nível da genética molecular porque os seus mecanismos básicos de replicação, recombinação, divisão celular e metabolismo são muito semelhantes aos dos eucariotas superiores, particularmente aos dos mamíferos [90].

A Tabela 6 apresenta alguns exemplos dos contributos advindos do estudo das leveduras (*S. cerevisiae* e *Sch. pombe*) para o esclarecimento de questões centrais no âmbito das ciências biológicas.

Tabela 6 – Alguns contributos das leveduras para as ciências biológicas. Adaptada de [88].

Área científica	Contributos
Bioquímica	Explicação do mecanismo da glicólise. Natureza e função das enzimas envolvidas na respiração, metabolismo dos ácidos gordos, proteólise, etc. Mecanismos de transdução de sinais do exterior para o interior da célula.
Citologia	Mecanismos da mitose e da meiose. Biogénese de organelos celulares (ex.: mitocôndria, vacúolos, peroxissomas). Estrutura e função do citoesqueleto. Conhecimento e explicação das vias de secreção das proteínas.
Genética e biologia molecular	Ácidos nucleicos e estrutura do genoma. Mecanismos de recombinação genética. Controlo da expressão génica. Mapeamento genético e sequenciação. Controlo do ciclo celular. Funções dos oncogenes.

3.2.3. Exploração da diversidade natural e diversidade artificial das leveduras

De acordo com Steensels *et al.* [91], uma estratégia “enganadoramente simples”, mas, apesar disso, muito poderosa tem passado por explorar a biodiversidade natural, selecionando as estirpes que, para cada situação industrial particular pretendida, evidenciem o melhor desempenho. Efetivamente, conforme defendem os mesmos autores, a biodiversidade natural dos fungos, e particularmente das leveduras, é enorme e imensamente inexplorada, ao ponto de considerarem que as estirpes industriais atualmente em utilização representarão apenas uma ínfima porção da referida biodiversidade, e mesmo que uma parte significativa dessas estirpes venha a revelar-se inadequada, ou sem interesse, para serem diretamente utilizadas em processos industriais poderão, assim mesmo, apresentar, embora isoladamente, determinadas características de interesse. Sucede, pois, que por via do recurso a técnicas específicas poderá operar-se a transferência dessas “capacidades” para linhagens industriais já em utilização criando-se, deste modo, novas leveduras com características de interesse extra (Figura 24).

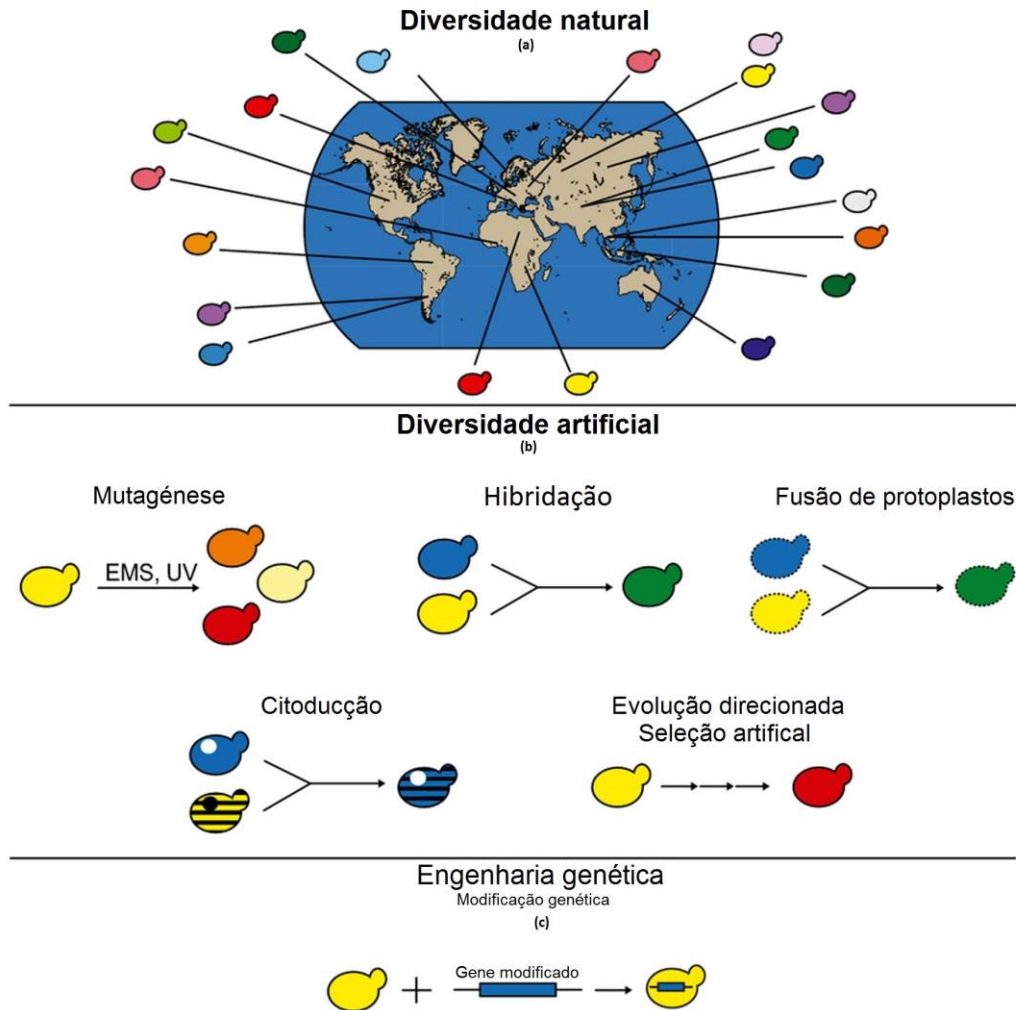


Figura 24 - Visão geral de algumas estratégias passíveis de serem utilizadas na obtenção de estirpes de leveduras “superiores” com finalidades industriais. Adaptada de [91].

Tendo em consideração a Figura 24, bem como o que a esse propósito é referido por Steensels *et al.* [91], a seleção de novas estirpes de leveduras, tendo em vista novas aplicações industriais ou o aumento da eficiência de processos já em uso, pode ser conseguida com recurso a várias estratégias. Assim, em primeira instância, a exploração/experimentação da diversidade natural [Figura 24 (a)] de leveduras existentes continua a representar, como tem sucedido desde os primórdios da microbiologia, um importante manancial de oportunidade na eventual descoberta de estirpes, ou respetivas variantes, mais interessantes a partir de coleções de leveduras selvagens que continuam a ser descobertas e descritas com regularidade. Ainda segundo os mesmos autores a investigação no âmbito da diversidade de leveduras não se queda apenas por aquelas cuja ocorrência é meramente natural mas, cumulativamente, incide também sobre aquelas cujo surgimento é artificialmente induzido. Existem, pois, diversas estratégias suscetíveis

de induzir a diversidade genética nas leveduras, quer tomando como material biológico de pesquisa uma única estirpe, quer tendo como ponto de partida um conjunto de estirpes cujos respetivos genomas se pretendem recombinar, porquanto individualmente cada qual apresenta apenas uma ou poucas características de interesse. Tendo em consideração que as estratégias referidas, têm como exemplos aquelas que na Figura 24(b) são consideradas como indutoras da diversidade artificial, designadamente a mutagénese, a hibridação, a fusão de protoplastos, a citoducção e a seleção artificial de variantes, as novas estirpes daí resultantes serão todas consideradas leveduras geneticamente não modificadas, pelo que, se eventualmente de interesse, podem ser livremente utilizadas em processos industriais.

Ainda neste contexto há também a considerar as estratégias cujos processos responsáveis pelo incremento da diversidade têm como base procedimentos de engenharia genética [Figura 24 (c)]. Neste particular um segmento de ADN exógeno, eventualmente proveniente de espécie cuja classificação taxonómica difere numa ou em várias categorias, ou até mesmo resultante de um processo de síntese química (sem intervenção da ADN-polimerase), é inserido no genoma da estirpe alvo, transformando-a e conferindo-lhe um fenótipo específico, industrialmente relevante para a estirpe, e concomitantemente de interesse para o homem. No entanto, esta técnica, contrariamente ao que sucede com as anteriormente referidas, modifica geneticamente a levedura alvo, o que, até à obtenção das autorizações competentes, limita a sua utilização em alimentos ou bebidas fermentadas.

Releva-se, contudo, que muito embora a maioria da investigação e avanços na síntese de proteínas recombinantes em leveduras tenha sido realizada com recurso a *S. cerevisiae*, várias outras espécies não-*Saccharomyces* têm vindo a ser estudadas e são já exploradas em biotecnologia. Como exemplos podem referir-se as espécies *Hansenula polymorpha* e *Pichia pastoris*, ambas leveduras metilotróficas, que exibem vantagens específicas sobre *S. cerevisiae* para utilização em tecnologia de clonagem [86]. *S. cerevisiae*, no que respeita à expressão recombinante de proteínas heterólogas, manifesta algumas debilidades que se relacionam com a hiperglicosilação, com a falha na secreção das proteínas recombinantes sintetizadas e com os baixos níveis de expressão. Por seu turno *P. pastoris* e *H. polymorpha* têm-se revelado poderosos sistemas de expressão heteróloga de proteínas de mamíferos. Ainda nesse âmbito, ambas apresentam elevados níveis de expressão, são capazes de realizar modificações pós-traducionais tais como a glicosilação e o enrolamento das cadeias peptídicas de proteínas heterólogas cuja secreção processam eficazmente [92].

3.2.4. Outros exemplos da utilidade e da ação benéfica das leveduras

Parece-nos ainda pertinente fazer referência a várias leveduras, ainda em estudo e identificação, cuja atividade tem demonstrado ser benéfica para várias plantas nomeadamente na prevenção de doenças fúngicas. Por exemplo, verifica-se que *S. cerevisiae* tem potencial como agente estimulador/indutor na produção de fitoalexinas (compostos químicos de baixo peso molecular com propriedades antimicrobianas) por parte de plantas de cereais quando são infetadas por fungos patogénicos. Várias leveduras, entre as quais *Cryptococcus laurentii*, *Metschnikovia pulcherrima*, *Pichia anomala* e *Pichia guilliermondii*, podem ser utilizadas no biocontrolo de fungos da fruta e da deterioração dos cereais, particularmente na prevenção da deterioração fúngica pós-colheita. A participação em processos de controlo da poluição, por via da remoção ou neutralização de compostos e elementos poluentes é outro aspeto importante em que as leveduras podem ter um papel relevante. Por exemplo, as leveduras apresentam potencial para participar efetivamente em processos de bioabsorção de metais pesados e na remoção de poluentes químicos presentes em efluentes industriais. São exemplo disso algumas leveduras como por exemplo *Candida utilis* que é capaz de eliminar o carbono e o azoto de efluentes orgânicos e outras, como *P. anomala*, podem biorremediar químicos tóxicos tais como os hidrocarbonetos poliaromáticos [86].

Também no âmbito da produção agropecuária as culturas vivas de *S. cerevisiae* mostraram ser úteis na estabilização do ambiente do rúmen dos animais ruminantes, particularmente do gado bovino, melhorando a disponibilidade de nutrientes e contribuindo para um mais rápido crescimento dos animais e maior produção de leite. Assim, neste particular, a ação das leveduras ao contribuir para a eliminação do oxigénio previne o stresse oxidativo das bactérias ruminais, ou ainda, em resultado dos seus processos metabólicos, podem disponibilizar ácido málico e outros ácidos dicarboxílicos que estimulam a proliferação das bactérias do rúmen [86].

Em termos médicos os aspetos benéficos associados às leveduras são particularmente evidentes ao nível do fornecimento de novos agentes terapêuticos humanos através da tecnologia do ADN recombinante (Figura 25). As leveduras são também agentes extremamente valiosos como modelos experimentais em investigação biomédica, com particular relevo para as áreas de oncologia, farmacologia, toxicologia, virologia e genética humana (Tabela 7).

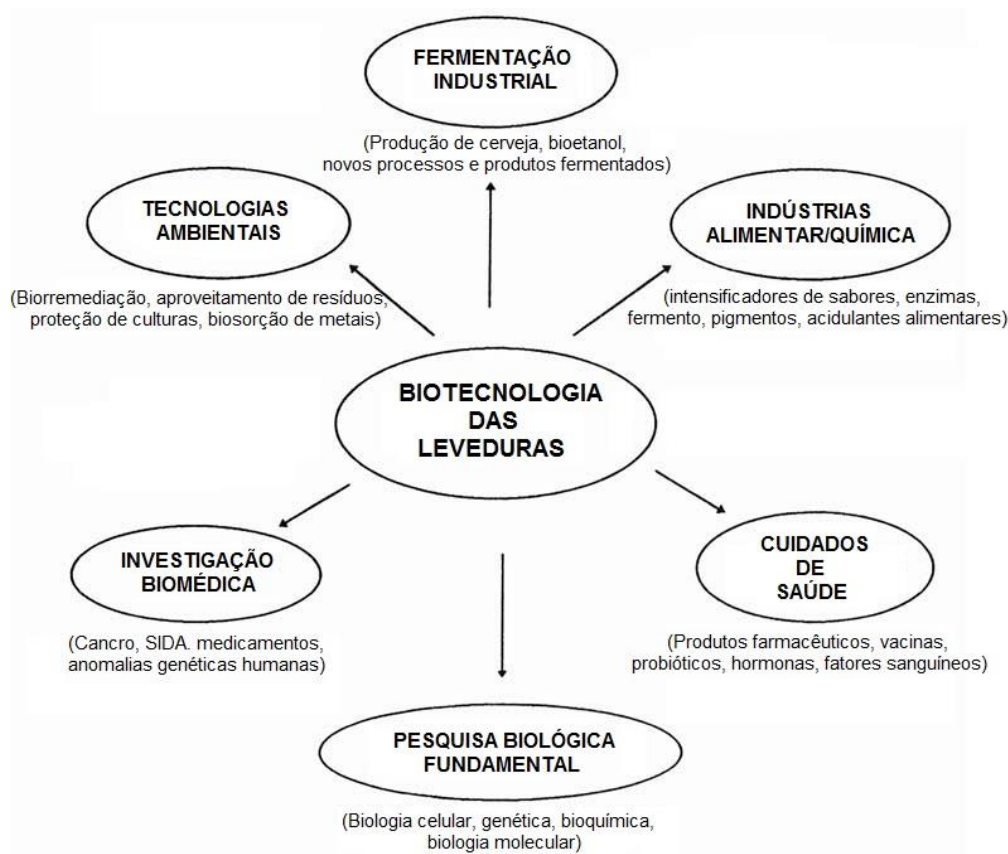


Figura 25 – Biotecnologia das leveduras - diversidade de aplicações (associados a cada um dos exemplos das principais aplicações são enumerados, a título de exemplos, alguns dos respetivos produtos/atividades). Adaptada de [88].

Tabela 7 – Importância das leveduras na pesquisa biomédica. Adaptada de [86].

Campo biomédico	Exemplos
Oncologia	Bases do mecanismo de controlo do ciclo celular; regulação de oncogenes humanos, função dos telómeros, função supressora de tumores e desenvolvimento de medicamentos contra o cancro.
Envelhecimento	Mecanismos do envelhecimento celular, genes da longevidade e apoptose.
Farmacologia	Resistência aos medicamentos, ação dos medicamentos / metabolismo e ensaios de experimentação de medicamentos
Virologia	Expressão de genes virais, vacinas antivirais e príões (estrutura / função)
Genética humana	Bases da hereditariedade humana e anomalias genéticas e projetos de genoma

Tendo, pois, como referência os tipos de exploração que já são hoje uma realidade, prevê-se ainda que no futuro próximo a utilização das leveduras seja suscetível de gerar impactos

verdadeiramente significativos (bastante mais do que os atuais) também no que respeita à oferta de energia por via da produção de etanol (bioetanol) para combustíveis, a partir da fermentação de fontes de carbono renováveis. No campo da biotecnologia ambiental, nomeadamente em processos de biorremediação, preveem-se impactos importantes e ainda, entre outros, ao nível do controlo biológico e em questões da área da saúde, nomeadamente no âmbito do estudo das doenças genéticas humanas e do cancro (Figura 25) [88]. Outros desenvolvimentos interessantes e promissores estão relacionados com a análise funcional do genoma da levedura *S. cerevisiae* e como tal análise pode, por analogia, fornecer uma visão sobre a estrutura e função dos genes humanos.

3.2.5. Atividades prejudiciais das leveduras

Muito embora a grande maioria das atividades industriais, bem como outras relacionadas com a área da saúde e ação médica, cuja ocorrência depende diretamente da intervenção das leveduras, sejam benéficas para o homem, existem mesmo assim alguns aspetos que, consequência da forma como o homem utiliza determinadas substâncias resultantes do seu metabolismo, podem revestir um caráter menos abonatório para estes organismos. O etanol produzido pelas leveduras, como exemplo do que acaba de referir-se, apesar de, tal como visto em secções anteriores, ser uma substância de relevantíssimo interesse para o homem, é um tóxico para o metabolismo humano que pode levar a habituação com repercussões graves ao nível do comportamento e da saúde. Também a deterioração de alguns alimentos (especialmente alimentos ricos em açúcar e os produtos lácteos), nomeadamente a biodeterioração da sua qualidade nutritiva, por ação das leveduras, pode ser considerada uma influência prejudicial.

Por serem micróbios ubíquos, embora não tanto quanto as bactérias, a atividade das leveduras tem reflexos, de forma mais ou menos relevante, praticamente em todos os meios e sobre uma enorme diversidade de seres vivos, nomeadamente sobre as plantas. Walker [86] refere que algumas espécies de leveduras são particularmente conhecidas por serem agentes patogénicos de plantas e indica como exemplos a espécie *Ophiostoma novo-ulmi* que é o agente causador da doença do olmo holandês, cuja propagação da doença é efetuada por um besouro, e os membros do género *Eremothecium* como sendo os causadores da doença conhecida como “bola de algodão” nas plantas.

3.2.5.1. Leveduras patogénicas para o homem

Ainda no âmbito das atividades prejudiciais das leveduras, poderemos considerar aquelas que, estabelecendo com o organismo humano relações bióticas oportunistas, são causadoras de infeções. As micoses causadas pela levedura *C. albicans*, genericamente designadas por candidíases, são na espécie humana as infeções fúngicas oportunistas mais comuns, mesmo tendo em consideração as infeções nosocomiais. Muito embora exista uma grande variedade de fatores que predispõem o homem à infeção de leveduras são os indivíduos imunodeprimidos aqueles mais particularmente suscetíveis a candidíases pelo que as infeções de *C. albicans* em doentes com SIDA constituem frequentemente risco de vida [86].

A Tabela 8 apresenta a identificação de algumas leveduras patogénicas, denominação das doenças por elas provocadas e respetivos modos de manifestação.

Tabela 8 – Leveduras patogénicas comuns. Adaptada de [88].

Espécie	Doença	Forma comum de manifestação
<i>Blastomyces dermatidis</i>	Blastomicose	Inflamações granulomatosas
<i>Candida albicans</i> e outras <i>Candida spp.</i> (ex.: <i>C. glabrata</i> , <i>C. krusei</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. lusitaniae</i>)	Candidíase	Várias lesões superficiais e sistémicas e candidemia (invasão do sistema circulatório por <i>Candida</i>)
<i>Cryptococcus neoformans</i> <i>Cryptococcus gattii</i>	Criptococose	Meningites e pneumonites
<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmose	Infeções pulmonares
<i>Sporotrichum schenckii</i>	Esporotricose	Úlceras pigmentadas e abscessos
<i>Pneumocystis jirovecii</i> (antes referido como <i>Pneumocystis carinii</i>)	Pneumocistose	Pneumonia severa em indivíduos com a imunidade comprometida (ex.: doentes com SIDA)

4. A indústria alimentar

Quer em Portugal, quer na generalidade dos países europeus, o setor agro-alimentar apresenta uma enorme dispersão e pulverização subsetorial e empresarial, constituindo-se como um nicho relevante da economia europeia e nacional [93]. Ao longo dos últimos anos este setor foi alvo de um processo evolutivo apreciável no decurso do qual adaptou muitos produtos ao gosto dos consumidores sem, contudo, perder de vista a preocupação de os processar de forma mais saudável introduzindo, simultaneamente, características inovadoras e apelativas.

No âmbito das atividades do setor agro-alimentar consideram-se todas as relacionadas com a transformação de matérias-primas em alimentos ou bebidas e a sua posterior disponibilização ao consumidor final, pelo que, associadas ao setor, poder-se-ão elencar atividades tão distintas como a agricultura, a silvicultura, a indústria de alimentos e bebidas e a distribuição. Trata-se, pois, de um setor altamente competitivo onde o efeito de escala é importante, o que se comprova pela existência de algumas grandes multinacionais na área, muito embora predominem as pequenas e médias empresas.

De acordo com os dados disponibilizados no documento “*Data & Trends, EU Food and Drink Industry*” [94], publicado em outubro de 2016, a indústria de alimentos e bebidas é o setor que mais contribui para a economia da Europa, à frente de outros setores industriais, tais como a indústria automóvel, sendo que em termos gerais, e a partir do referido documento, no ano de 2014 e no que concerne a este setor, extrai-se o seguinte registo:

- Maior empregador da União Europeia, com 4,25 milhões de empregos;
- Integra 289 mil empresas;
- Exporta 98,1 biliões de euros, o que representa 17,8% da quota de mercado mundial;
- Importa 72,9 biliões de euros;
- Contribui com 1,8% do Valor Acrescentado Bruto da União Europeia;
- Apresenta um volume anual de negócios de 1.089 biliões de euros;
- Corresponde ao setor responsável pela segunda maior despesa das famílias (14% na União Europeia e 18% em Portugal).

Em Portugal a indústria alimentar representa 20% da indústria transformadora assumindo-se, assim, como o maior ramo industrial do país e corresponde à indústria transformadora que anualmente mais contribui para a economia nacional, tanto em volume de negócios (14,6 mil

milhões de euros) como em valor acrescentado bruto (2,6 mil milhões de euros) [95]. A sua relevância faz-se sentir também ao nível da empregabilidade porquanto, no cômputo das indústrias transformadoras, é a segunda que mais empregos cria em Portugal, sendo responsável por mais de 100.000 postos de trabalho diretos e cerca de 500.000 indiretos. Em termos comerciais e ao longo da última década, este setor registou sistematicamente uma taxa de crescimento das exportações superior à das importações contribuindo, desse modo, para o equilíbrio da balança comercial nacional, para a afirmação do potencial de evolução da nossa autossuficiência alimentar e para garantir a sustentabilidade do consumo interno. Tendo ainda em consideração que este setor é constituído por mais de 10.500 empresas, maioritariamente de pequena e média dimensão dispersas por várias regiões do país, ele assume também uma grande importância no desenvolvimento do tecido empresarial e na criação de emprego nas zonas menos desenvolvidas [94].

4.1. Produtos fermentados e sua importância económica

Tendo em consideração a posição de charneira e o incontornável papel que, tal como no passado, desempenham hoje no setor agro-alimentar, bem como a determinante e decisiva influência que tiveram no curso da história da humanidade, relevaremos aqui alguns dados estatísticos que atestam a grande importância do pão, do vinho, da cerveja, do queijo e do iogurte no âmbito da indústria alimentar e da economia do país. Apesar de alguns deles provirem de matérias-primas absolutamente díspares têm em comum o facto de serem produtos finais resultantes de processos biotecnológicos ancestrais levados a cabo por micróbios. A referência a este aspeto visa, essencialmente, destacar a enorme importância desses organismos, leveduras e bactérias lácticas, e dos processos que promovem, fermentação alcoólica e fermentação láctica, também ao nível económico e comercial. Para o efeito far-se-á referência a alguns dados estatísticos, porventura os mais relevantes para os nossos propósitos, sobre a atividade industrial no que concerne aos setores da panificação e pastelaria industriais, do vinho e dos produtos lácteos, designadamente do queijo e do iogurte.

4.1.1. Setor da Panificação e Pastelaria Industriais

De acordo com dados relativos à situação no final do ano de 2015 [96], em Portugal existem em laboração no setor da panificação e pastelaria industriais 4.557 empresas que, globalmente, registaram no decurso do ano um crescimento de 1,6%. Ainda segundo o mesmo estudo, o valor total das vendas em Portugal atingiu 625 milhões de euros, o que corresponde a uma subida relativamente ao ano de 2014 cujos resultados finais haviam sido de 615 milhões de euros.

Em termos de balança comercial externa continua a verificar-se um défice considerável. As exportações aumentaram 2,7 % relativamente a 2014 e atingiram 191 milhões de euros continuando a Espanha a ser o principal destino externo das nossas vendas com uma quota de 42%. As importações, por seu turno, atingiram 301 milhões de euros e registaram um crescimento de 2,4% face a 2014.

Considerando a existência de 4.557 empresas, distribuídas um pouco por todo o país, fica patente o alto grau de atomização do setor onde predominam as pequenas empresas, sendo que 80% empregam menos de 10 trabalhadores. Com um custo total de produção estimado em 515 milhões de euros, o setor gerou em 2015 um Valor Acrescentado Bruto de aproximadamente 301 milhões de euros.

4.1.2. Setor do vinho

Segundo os dados disponibilizados pelo Instituto da Vinha e do Vinho, I. P. (IVV, I.P.) [97] as declarações de colheita e produção permitiram constatar uma produção de vinho superior a 7 milhões de hectolitros na campanha de 2015/2016 o que correspondeu a um aumento de 13,5% (+ 839.000 hectolitros) face à campanha anterior. Este setor, disseminado por várias regiões do país, é responsável pela geração de um elevado número de postos de trabalho que atingem o seu pico sazonalmente nas épocas das vindimas e das podas, com particular relevância para as vindimas, sendo que continua, ao longo de todo o ano, a garantir a manutenção de um elevado número de empregos por forma a garantir o regular funcionamento da grande diversidade de atividade económica diretamente relacionada com o setor (Tabela 9). Aliás, de acordo com os dados da Tabela 9, em meados do mês de abril de 2016 encontravam-se registados 19.988 agentes económicos no setor do vinho em Portugal, dos quais 6.664 são vitivinicultores [98].

Tabela 9 - Tipo e número de agentes económicos registados por região vitivinícola [98].

Atividade	Mirinho	Trás-os-Montes	Douro	Terras de Cister	Beira Atlântico	Terras da Beira	Terras do Dão	Lisboa	Tejo	Península de Setúbal	Alentejo	Algarve	Açores	Total
Armazenista	808	57	524	14	309	51	165	488	177	161	346	109	5	3 214
Destilador	239	48	34	19	129	46	122	81	38	15	13	3	2	789
Engarrafador	557	65	724	17	188	54	157	328	173	134	395	56	4	2 852
Exportador/Importador	597	56	723	10	175	35	200	463	153	127	373	87	3	3 002
Fabricante de Vinagre de Vinho	9	1	7	—	5	—	4	3	7	—	2	—	—	38
Negociante sem Estabelecimento	168	17	25	3	38	8	22	228	25	42	26	20	1	623
Preparador	143	11	42	6	88	14	22	36	25	19	33	7	3	449
Produtor	572	53	465	7	98	35	91	374	225	108	292	35	2	2 357
Vitivinicultor	1 826	43	228	8	432	58	98	831	738	36	71	26	1	4 396
Vitivinicultor-Engarrafador	915	63	399	19	133	60	129	183	138	83	125	20	1	2 268
Total	5 834	414	3 171	103	1 595	361	1 010	3 015	1 699	725	1 676	363	22	19 988

Dados em 15 de abril de 2016

Fonte: SIV

Portugal é, historicamente, um país exportador de vinho e, se não antes, pelo menos a partir de 1756, ano em que a região do Alto Douro foi instituída como a primeira região demarcada do mundo, que este produto assumiu para o país uma importância central, quer em termos económicos, quer culturais e sociais. A comprová-lo poder-se-á referir o facto da balança comercial, no que a ele respeita, ter sido sempre positiva mantendo, nos últimos anos, um volume de exportações, em valor, aproximadamente sete vezes superior às importações [98].

Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) [99], e tendo por referência os dados da Figura 26, no ano de 2015 verificou-se um aumento no comércio mundial de vinho, quer em volume (+1,8%), quer em valor (+10,6 %).

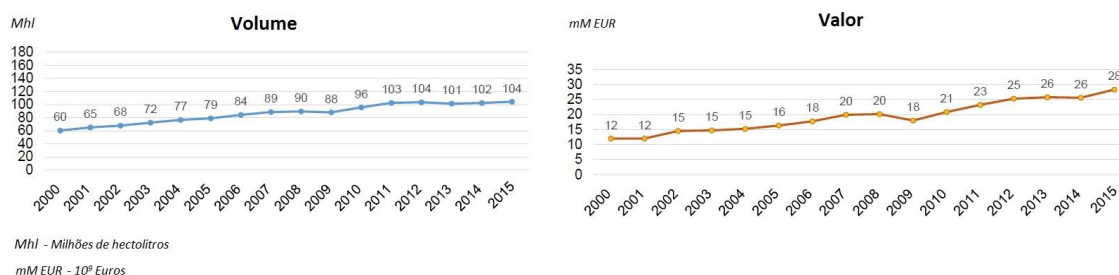


Figura 26 – Evolução do comércio mundial de vinho ao longo dos últimos 15 anos. Adaptada de [99]

Neste contexto os principais países exportadores em volume foram a Espanha, a Itália e a França (respetivamente 24, 20 e 14 milhões de hectolitros) surgindo Portugal em nono lugar, com 2,8 milhões de hectolitros exportados (Tabela 10). No que respeita a valores, embora a ordenação se altere, os atores são os mesmos surgindo a França, a Itália e a Espanha, com

valores globais de 8.244, 5.353 e 2.641 milhões de euros, respetivamente, sendo que, também neste ranking, Portugal mantém o nono lugar, com 738 milhões de euros exportados.

Globalmente a “indústria do vinho” em Portugal faturou em 2014 cerca de 1.243 milhões de euros sendo que mais de 726 milhões de euros provieram das exportações [100].

Tabela 10 – Principais exportadores de vinho (exceto mostos), em volume e em valor. Adaptada de [99].

	Volume (Mhl)		Valor (mM EUR)	
	2014	2015	2014	2015
Espanha	22,3	24,0	2 529	2 641
Itália	20,4	20,0	5 081	5 353
França	14,3	14,0	7 720	8 244
Chile	8,1	8,8	1 388	1 650
Austrália	7,0	7,4	1 262	1 459
África do Sul	4,2	4,2	594	629
Estados Unidos	4,0	4,2	1 103	1 395
Alemanha	3,9	3,6	976	953
Portugal	2,8	2,8	725	738
Argentina	2,6	2,7	631	737
Nova Zelândia	1,9	2,1	845	963

Mhl - Milhões de hectolitros

mM EUR - 10⁶ Euros

De acordo com os dados disponibilizados pela OIV, e que se encontram patentes na Tabela 11, o consumo mundial de vinho em 2015 terá atingido cerca de 240 milhões de hectolitros (Mhl) sendo que, conjuntamente, Estados Unidos, França, Itália, Alemanha e China representam aproximadamente metade desse consumo [99]. Os Estados Unidos, com 31 Mhl, mantêm a primeira posição mundial a que se segue a França (27,2 Mhl), a Itália e a Alemanha (ambos com um consumo estimado de 20,5 Mhl). Portugal surge no 11.º lugar com um consumo total de aproximadamente 4,8 Mhl.

Tabela 11 – Principais países consumidores de vinho e respetivos consumos no período 2011-2015. Adaptada de [99].

	2011	2012	2013	Provisório 2014	Previsão 2015
	<i>Mhl</i>	<i>Mhl</i>	<i>Mhl</i>	<i>Mhl</i>	<i>Mhl</i>
Estados Unidos	28,3	29,2	30,3	30,7	31,0
França	28,3	28,0	27,8	27,5	27,2
Itália	23,1	22,6	21,8	20,4	20,5
Alemanha	19,7	20,3	20,4	20,3	20,5
China	16,3	17,1	16,5	15,5	16,0
Reino Unido	12,9	12,8	12,7	12,6	12,9
Argentina	9,8	10,1	10,4	9,9	10,3
Espanha	10,0	9,9	9,8	9,9	10,0
Rússia	12,2	11,3	10,4	9,6	8,9
Austrália	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4
Portugal	4,7	5,0	4,8	4,7	4,8
África do Sul	3,5	3,6	3,7	4,0	4,2
Roménia	4,1	4,3	4,6	4,7	3,9
Holanda	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3
Grécia	2,9	3,1	3,0	2,6	2,6
Suécia	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6
Áustria	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4
Hungria	2,1	2,0	1,9	2,2	2,1
Dinamarca	1,9	1,5	1,6	1,6	1,6
Resto do mundo	49,5	49,1	49,5	49,0	49,9
TOTAL	242,8	243,6	243,0	239,1	240,0

Mhl - Milhões de hectolitros

4.1.3. Setores do queijo e dos iogurtes

Desde 1980, o consumo de queijo em Portugal aumentou 7,9 quilos por habitante e em 2015 cada português consumiu, em média, 11,7 quilos [100]. Muito embora o grau de autoaprovisionamento relativamente a este produto tenha mantido uma média de aproximadamente 96% entre 1980 e 1992, desde então a produção nacional tem-se revelado manifestamente insuficiente porquanto o aumento do consumo tem vindo a ser sistematicamente superior ao acréscimo de produção. O valor mínimo de autoaprovisionamento foi registado em 2015 (69,6%), pelo que, atualmente, mais de 30% do queijo consumido em Portugal é importado [100]. Tendo em consideração os principais tipos de queijos, designadamente de vaca, de ovelha, de cabra e de mistura, em 2015 a quantidade total produzida foi de 77.167 toneladas, com predomínio claro do queijo de vaca que representou cerca de 75% do total.

O iogurte é o segundo produto lácteo mais consumido em Portugal, tendo registado em 2015 um consumo médio de 21,5 quilos por habitante. Apesar de no período compreendido entre 1980 e 2011 ter registado um aumento no consumo de cerca de 18,9 quilos por pessoa, desde então tem vindo a cair aproximadamente 1,7 quilos por pessoa e por ano. No ano de 2015 foram produzidas, em Portugal, 108.221 toneladas de iogurte e no mesmo período foram vendidas 124.402 toneladas pelo que a produção nacional é também deficitária neste setor.

5. Novas aplicações das leveduras

5.1. Produção de nutrientes

As leveduras, tendo em consideração o vasto conjunto de processos benéficos para o homem em que intervêm, com particular destaque para a produção do pão, do vinho e da cerveja, porquanto são universalmente conhecidos e utilizados, aliado ao seu estatuto GRAS atribuído pela FDA são consideradas uma fonte segura de ingredientes e aditivos para processamento de alimentos [101]. É, pois, com naturalidade que se constata que as culturas de leveduras excedentes ou recuperadas, como subprodutos, no decurso dos processos de produção do pão e da cerveja são, há já muitos anos, também utilizadas como fontes de proteínas de elevado valor nutritivo, enzimas e vitaminas, com particular destaque para as do tipo B, com aplicações na indústria de alimentos saudáveis como suplementos nutricionais e dietéticos, aditivos alimentares, sais minerais, condicionadores e agentes aromatizantes, e ainda são também usadas na produção de meios de cultura para microbiologia, assim como na preparação de alimentos para animais [102].

A utilização das leveduras como fonte alternativa de proteínas para consumo humano já não é uma prática recente e a ela recorreram os alemães que, ainda no decurso da I Guerra Mundial, utilizaram a levedura *C. utilis* em sopas e salsichas sendo que o voltaram a fazer, desta feita de forma extensiva, durante a II Guerra Mundial. Apesar destas incursões mais significativas desenvolvidas pelos alemães, o aperfeiçoamento da técnica de produção de leveduras à escala industrial com finalidades alimentares iniciou-se apenas em 1967 [103]. Tal como havíamos já concluído anteriormente no tocante aos processos biotecnológicos de produção e processamento de alimentos, as leveduras, muito embora venham já a ser usadas nesse sentido, poderão, também a este nível, assumir um papel central na resolução de problemas vários relacionados com a nutrição humana. Desde logo como fontes alternativas de proteínas de modo a suprir os eventuais défices de produção agrícola verificados em regiões do mundo onde o rápido crescimento das populações conduz, quase sempre, a situações de fome e carências alimentares generalizadas [103]. É hoje consensualmente aceite que uma grande parte da população do planeta encontra-se desnutrida em consequência de fatores muito variados mas sobretudo devido a uma inadequada distribuição de alimentos. Há, contudo, uma preocupação que continua a inquietar a comunidade científica que é a de saber quanto tempo mais a produção de alimentos poderá acompanhar e suprir convenientemente as necessidades

resultantes do crescimento acelerado da população mundial. As crescentes necessidades de energia, de áreas cultiváveis, a disponibilidade de matérias-primas, bem como a preservação da biodiversidade, entre outros aspetos, são assuntos intimamente conexos à produção de alimentos a que também urge dar resposta pelo que, neste contexto, a produção de biomassa microbiana para consumo alimentar, além de constituir uma preocupação e um desafio para a comunidade científica e para a indústria, é também uma grande oportunidade.

Assim, face às fontes convencionais, e intensamente utilizadas, de proteínas, designadamente a soja e a carne, a utilização dos micróbios para produção/obtenção de proteínas e outros nutrientes constitui-se como uma alternativa com enormes vantagens [102] e, segundo Srividya [103], muito embora o uso de micróbios como fonte de alimento parecesse, inicialmente, algo inaceitável para algumas pessoas, rapidamente a ideia inovadora de que o consumo de micróbios como alimento para o homem e outros animais poderia resolver muitos dos problemas alimentares globais começou a ganhar terreno e impôs-se. Este “novo” produto alimentar, apesar de inicialmente designado “*proteína microbiana*” (*microbial protein*) e ainda “*petroproteína*” (*petroprotein*), porquanto as designações originais poderiam sugerir ao consumidor associações pouco abonatórias, em 1968, numa convenção realizada no Massachusetts Institute of Technology (MIT), foi “renomeado” como “*proteína de célula única*” (SCP - *single cell protein*) [103].

A designação “proteína de célula única” (SCP) refere-se à biomassa resultante das células microbianas desidratadas ou à proteína total extraída da cultura de células microbianas puras, tais como determinadas variedades de microalgas, bactérias, fungos filamentosos e leveduras que podem ser utilizadas como suplemento alimentar, ou alimento, para seres humanos e como ração para outros animais. Atualmente a SCP tem já muitas aplicações sendo que a possibilidade de utilização de materiais baratos como substrato para o desenvolvimento dos micróbios contribui decisivamente para a viabilidade económica da sua utilização na alimentação animal ou na obtenção de produtos para consumo humano. Esta tecnologia de produção de biomassa, tendo surgido como uma forma promissora para resolver o problema global da escassez de proteínas, evoluiu, simultaneamente, como processo de bioconversão de subprodutos de baixo valor em produtos que agregam valor nutricional e comercial e que, por isso, constituem um dos produtos proteicos mais baratos do mercado cuja produção, apesar disso, é lucrativa [102]. Entre outros, os subprodutos usados como substrato poderão ser resíduos agrícolas tais como aparas de madeira, serragem, restos de espigas de milho ou ainda

outros tipos de resíduos como os resultantes do processamento de alguns alimentos (soro do leite no processamento do queijo), resíduos da produção de álcool, hidrocarbonetos ou excrementos de animais [103].

O facto da SCP ser hoje considerado um processo altamente promissor no que concerne à produção em larga escala de proteínas e outros nutrientes é, em primeira análise, consequência das características dos micróbios utilizados na medida em que apresentam alto teor proteico e ciclos de vida curtos o que contribui para uma rápida produção de biomassa. Atendendo, pois, às condições descritas e à natureza do processo, a produção de biomassa pode ser contínua e completamente independente das condições ambientais [102], facto que, só por si, constitui uma enorme vantagem.

Assim, de entre as fontes alternativas de SCP, a utilização de fungos, especialmente leveduras, apresenta várias vantagens. Desde logo, por oposição às bactérias, as leveduras podem ser facilmente cultivadas usando como substrato matérias-primas baratas, além de que, devido ao maior tamanho das suas células e à capacidade de floculação, podem ser mais facilmente colhidas [102]. Neste âmbito, a espécie de levedura mais utilizada é *S. cerevisiae* e o mercado tem vindo a apresentar uma gama crescentemente diversificada de produtos derivados de leveduras sendo que, de acordo com Fleet [102], no final do século passado cerca de 15 a 20% da produção industrial de leveduras, a nível mundial, era já utilizada para este fim. Contudo, para além da produção exclusivamente dedicada, é particularmente relevante o aproveitamento das grandes quantidades de biomassa resultante da recolha das leveduras que, por exemplo, no decurso da produção industrial de cerveja permanecem após o processo de fermentação, consideradas como subprodutos do processo de fabrico. Neste caso, após a recolha da biomassa, procede-se a um conjunto de filtrações, sucessivamente mais apuradas, tendo em vista a separação das leveduras e posterior conversão e utilização nos produtos finais pretendidos que podem ser encontrados no mercado sob diferentes formas, tais como farinhas, flocos, comprimidos ou até sob formas líquidas [102].

A levedura, enquanto SCP, para além da importância nutricional já anteriormente referidos, é ainda uma excelente fonte de sais minerais tais como Ca, P, K, Mg, Cu, Fe, Mn e Cr [102]. Também, de acordo com Abbas [104], muitas outras substâncias provenientes da atividade biológica das leveduras ou obtidas a partir de constituintes das próprias leveduras são atualmente utilizadas na alimentação humana, enquanto alimentos ou aditivos alimentares, referindo como exemplos alguns antioxidantes, aromas, sabores e corantes. Ainda segundo o

mesmo autor, vários ingredientes provenientes de extrato de levedura e de preparações de levedura liofilizada são abundantemente utilizados na indústria alimentar como fontes de sabores (salgados, torrados, nozes, queijo, carne e galinha).

As leveduras são ainda frequentemente mencionadas, mesmo extravasando o âmbito alimentar, como fontes potenciais de substâncias aromatizantes de elevado valor comercial, tais como a vanilina (aroma de baunilha), citronelol (aroma floral), linalol (aroma doce utilizado em perfumes) e geraniol (aroma de rosas), entre outros.

5.2. Produção de nutracêuticos

O termo “nutracêutico” (*nutraceutical*, em inglês), introduzido em 1989 por Stephen DeFelice, fundador da FIM - Fundação para a Inovação na Medicina, é o resultado da aglutinação da palavra nutrição (*nutrition* em inglês) e da palavra fármaco/medicamento (*pharmaceutical*, em inglês) e refere-se a “*qualquer substância que é um alimento, ou faça parte de um alimento, e que proporcione benefícios médicos ou para a saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de alguma doença*” [105]. Posteriormente, o conceito foi modificado tendo passado a ser considerado como um produto isolado ou purificado a partir de alimentos sendo, frequentemente, vendido sob formas medicinais e, geralmente, não associado com alimentos [106]. No entanto, tal como vulgarmente é usado no contexto da indústria alimentar, o significado do termo não se encontra regulamentado pelo que os nutracêuticos são também frequentemente conhecidos como alimentos terapêuticos, alimentos médicos, suplementos nutricionais e/ou suplementos dietéticos [107]. Apesar disso, ultimamente, a interpretação tem vindo a tornar-se mais restritiva pelo que, segundo Wang [106], o termo nutracêutico refere-se a compostos bioativos, estrutural e funcionalmente diversos, que, por terem efeitos medicinais, ou fisiológicos, benéficos mais longos do que os efeitos farmacêuticos puramente nutricionais ou diretos, são mais facilmente discerníveis dos alimentos funcionais e dos medicamentos. Podem, pois, ser derivados de plantas (por exemplo fitoquímicos e vitaminas), de animais (por exemplo, polissacarídeos), de micróbios (por exemplo, aminoácidos) e de algas marinhas (por exemplo, glucosamina e quitosano).

A ampla utilização dos nutracêuticos está diretamente relacionada com o facto das suas propriedades estarem associadas à promoção da saúde e à prevenção de doenças, incluindo aquelas associadas ao envelhecimento, designadamente, estresse oxidativo, depressão,

inflamação, artrite, osteoporose, doenças gastrointestinais, doenças cardiovasculares, diabetes e cancro. Neste contexto, sem que tal constitua qualquer surpresa, a crescente preocupação e interesse em manter o bem-estar pessoal por via da ingestão dessas substâncias têm contribuído significativamente para o grande desenvolvimento do mercado dos nutracêuticos [106]. A este propósito, ainda segundo Wang [106], estima-se que em 2014 o comércio global de nutracêuticos tenha excedido 171.800 milhões de dólares (EUA) e que até 2019 venha a atingir 241.100 milhões de dólares anuais. No entanto, ainda na esteira do mesmo autor, as necessidades crescentes deste mercado, desde há alguns anos, não são mais passíveis de serem supridas pela baixa produtividade das indústrias nutracêuticas convencionais em virtude das estratégias de extração direta das substâncias pretendidas serem fortemente limitadas pela disponibilidade, e respetivos custos, das matérias-primas, assim como pelo controlo da qualidade das mesmas e pelo baixo teor e pureza dos nutracêuticos obtidos. Não sendo alternativa viável o recurso à síntese química laboratorial porquanto o processo ficaria limitado à produção de substâncias químicas simples, a resolução do problema passou por uma abordagem que assentou na utilização de micróbios, no amplo conhecimento das suas vias metabólicas e biossintéticas e no recurso à engenharia genética. O conhecimento científico existente, a biotecnologia instalada e a capacidade genética dos organismos utilizados permitiram o desenvolvimento de hospedeiros microbianos utilizáveis para a produção de vários nutracêuticos [106]. Assim, através da manipulação genética adicional das células hospedeiras e da otimização das condições do meio de cultura, ou dos processos de fermentação, mesmo a partir de fontes de carbono simples e baratas, foi possível aumentar significativamente a produção de nutracêuticos.

Efetivamente, certas estirpes comerciais de *E. coli* e de *S. cerevisiae* de uso alimentar têm sido utilizadas industrialmente como “*biofábricas*” para a síntese de produtos naturais geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) [106]. Neste âmbito, através da Tabela 12, elencam-se algumas substâncias nutracêuticas, cuja produção pode ser obtida por via da atividade metabólica de leveduras geneticamente manipuladas, ou outros micróbios, estabelecendo-se ainda a relação com os respetivos organismos responsáveis pela síntese dessas substâncias.

Tabela 12 - Produção biológica de nutracêuticos através da engenharia metabólica em diferentes hospedeiros [106].

Nutracêuticos		Organismos hospedeiros para expressão heteróloga, tendo em vista a produção de nutracêuticos
<p>Fitoquímicos Correspondem a um largo espectro de metabólitos secundários bioativos, derivados de plantas e normalmente encontrados em frutas, legumes, feijões e grãos, estando envolvidos em mecanismos de defesa das plantas. Exibem também efeitos protetores na saúde e/ou prevenção de doenças no homem.</p>	<p>Compostos polifenólicos Têm vindo a ser utilizados, há várias décadas, como antioxidantes eficazes e ingredientes alimentares na indústria nutracêutica.</p>	<i>E. coli; S. cerevisiae</i>
	<p>Alcalóides São compostos nitrogenados derivados de aminoácidos que possuem importantes valores terapêuticos, incluindo efeitos anticancerígenos e antimaláricos.</p>	<i>E. coli; S. cerevisiae</i>
	<p>Terpenóides ou terpenos Estão presentes em alimentos verdes, plantas de soja e cereais, e, tal como a maior parte dos fito nutrientes, têm propriedades anti-inflamatórias, anti-infecciosas e anticancerígenas.</p>	<i>E. coli; S. cerevisiae</i>
<p>Prebióticos Ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam benéficamente a saúde humana (particularmente ao nível do sistema imunitário) ao estimularem seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon. Geralmente são sacarídeos não digeríveis contendo 3 a 10 unidades monoméricas. Ex.: Inulina, fruto-oligossacarídeos (FOS) e galacto-oligossacarídeos (GOS).</p>		<i>Kluyveromyces lactis; Lactococcus lactis; E. coli</i>
<p>Polissacarídeos São polímeros de carboidratos de estruturas versáteis que, em grande parte, podem ser produzidos por várias bactérias, leveduras e fungos, ou extraídos de tecidos vegetais e animais. Os polissacarídeos microbianos têm sido reconhecidos como uma fonte de nutracêuticos devido às suas propriedades benéficas para a saúde.</p>	<p>Polissacarídeos bacterianos Tais como xantano, gelano, dextrano e alginato.</p>	<i>Lactococcus sp. e Streptococcus sp.</i>
	<p>Polissacarídeos fúngicos Os polissacarídeos fúngicos bioativos têm demonstrado significativos benefícios imunostimulantes, antitumorais, antimicrobianos, antioxidantes, hipocolesterolémicos e hipoglicémicos. Ex.: Escleroglucano.</p>	<i>Sclerotium rolfsii</i> (fungo filamentoso)
	<p>Polissacarídeos animais Em lugar da extração a partir de tecidos animais, polissacarídeos como o ácido hialurônico (HA), a condroitina e o heparosano foram também produzidos por hospedeiros microbianos.</p>	<i>E. coli; Lactococcus lactis; Streptomyces albulus</i>
<p>Poli aminoácidos São polímeros sintetizados em micróbios, a partir de um ou dois tipos de aminoácidos, por processos enzimáticos não ribossomais, facto que distingue a sua síntese da síntese proteica comum. Na natureza existem três tipos de poli aminoácidos: <i>poly-γ-ácido glutâmico</i> (γ-PGA), <i>poli-ε-L-lisina</i> (ε-PL) e <i>multi-L-arginil-poli</i> (L-ácido aspártico) (cianoficina).</p>		<i>Corynebacterium glutamicum; Bacillus subtilis; Acinetobacter calcoaceticus.</i> Cianobactérias <i>Streptomyces sp.</i>

5.3. Produção de medicamentos

A produção de proteínas recombinantes para uso farmacêutico, também designadas por produtos biofarmacêuticos, é, desde há já alguns anos, uma indústria multimilionária [108]. A introdução da engenharia genética por Cohen e Boyer em 1973 [17,18] estabeleceu os fundamentos para a atual indústria de biotecnologia baseada no uso de micróbios, ou culturas de células, tendo em vista a produção de proteínas recombinantes. A este importante passo, em resultado do aparecimento das primeiras empresas do setor (*Genentech e Novø*) [29], outros se seguiram e vários produtos, resultantes da aplicação da engenharia genética aos micróbios, foram surgindo de forma que atualmente existem mais de 300 proteínas e anticorpos biofarmacêuticos que, globalmente, segundo dados de 2012, representavam no mercado mundial um volume de vendas superior a 100.000 milhões de dólares por ano. Desta fatia dos produtos farmacêuticos fazem parte os anticorpos monoclonais e as hormonas que em 2011 apresentaram, em volume de vendas, valores superiores a 18.000 milhões de dólares e 11.000 milhões de dólares, respetivamente [108]. Ainda segundo Nielsen [108], os produtos biofarmacêuticos são os que apresentam maior crescimento no mercado dos medicamentos, com taxas anuais na ordem dos 19%, sendo que em 2010 havia 240 anticorpos monoclonais e 120 proteínas recombinantes em ensaios clínicos.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é, segundo Vogl *et al.* [109], um dos eucariotas mais bem estudados e vem sendo utilizada como hospedeiro de expressão para produtos biofarmacêuticos desde os primeiros tempos da engenharia genética e da produção de proteínas recombinantes. Em 2007, de acordo com Ferrer-Miralles *et al.* [110], cerca de 40% dos produtos biofarmacêuticos eram obtidos a partir de culturas de células de mamíferos, 30% provinham da utilização de *E. coli* como hospedeiro de expressão heteróloga e a produção de cerca de 20% desses produtos recombinantes era obtida a partir de *S. cerevisiae*. Ainda segundo os mesmos autores os principais produtos biofarmacêuticos produzidos por *S. cerevisiae* são a insulina (e análogos de insulina), a albumina de soro humano, vacinas da hepatite e partículas semelhantes a vírus (VLPs) capazes de estimular respostas humorais e celulares eficientes, por exemplo, para a vacinação contra o vírus do papiloma humano (HPV). Particularmente a insulina, por ter sido o primeiro produto biofarmacêutico humano, tornou-se o representante típico do sucesso da nova indústria biofarmacêutica sendo que no ano de 2012 as vendas deste fármaco, e respetivos análogos, atingiram 18.920 milhões de dólares [111]. Um outro exemplo de sucesso ao nível da síntese heteróloga microbiana, também amplamente divulgada, é o da artemisina semi-sintética

[112]. Este medicamento e seus derivados constituem o grupo de fármacos que possui a mais rápida ação, dentre todos os medicamentos atualmente conhecidos, contra a malária. Embora originalmente obtido a partir de fontes vegetais, é agora produzido em grandes quantidades por ação de micróbios recombinantes entre os quais se destaca *S. cerevisiae*.

Em termos globais, mais de 40 proteínas recombinantes diferentes foram já expressas, produzidas e segregadas por *S. cerevisiae* [113], se bem que nos últimos anos tenham igualmente sido aprovados, pela FDA dos EUA, dois produtos biofarmacêuticos produzidos por *Pichia pastoris*, estando vários outros em vias de aprovação, o que torna, também, *P. pastoris* num importante sistema de expressão alternativa para a produção biofarmacêutica [109]. Acresce ainda que algumas características fisiológicas de espécies de leveduras não-*Saccharomyces*, tais como crescimento mais rápido em fontes de carbono baratas e maior capacidade de secreção do que *S. cerevisiae*, têm vindo a fazer delas hospedeiros alternativos para fins biotecnológicos. A Tabela 13 elenca, segundo Kim *et al.* [114], as principais leveduras atualmente utilizadas como organismos hospedeiros para a síntese de produtos biofarmacêuticos recombinantes que estão já disponíveis no mercado, ou encontram-se nos estádios finais de desenvolvimento, relacionando-os com as áreas terapêuticas a que as respetivas proteínas e/ou outras substâncias recombinantes produzidas vêm dar resposta.

Tabela 13 – Medicamentos comerciais produzidos por leveduras geneticamente modificadas e respetivas áreas terapêuticas relacionadas. Adaptada de [114].

Organismo hospedeiro	Proteína	Marca/Nome comercial	Área terapêutica
<i>S. cerevisiae</i>	Vacinas contra a hepatite (ou outras doenças infecciosas)	Comvax	<i>Haemophilus influenzae</i> tipo B e infecção da hepatite B em crianças
		Recombivax	Hepatite B;
		Euvax B	
		Engerix-B	
		Fendrix	
		Ambirix	Hepatite A e B
		Twinrix	
		Pediarix8	Situações várias indutoras de hepatite B em crianças
		Tritanrix-HB	Difteria, tétano, coqueluche e hepatite B
		Infanrix Hep B	Hepatite B
		Infanrix-Penta	Difteria, tétano, coqueluche, poliomielite, e hepatite B
		Infanrix-Hexa	Difteria, tétano, coqueluche, hepatite B, poliomielite e <i>Haemophilus influenzae</i> tipo B
		Hexavac	

		Procomvax	<i>Haemophilus influenzae</i> tipo B e hepatite B
		Primavax	Difteria, tétano e hepatite B
		HB VaxPro	Hepatite B em crianças e adolescentes
	Lepirudina	Refludan	Trombocitopenia induzida por heparina tipo II
	Desirudina	Revasc	Trombose venosa
	Insulina	Actrapid, Velosulin, Monotard, Insulatard, Protaphane, Mixtard, Actraphane, Ultratard	Diabetes mellitus
	Insulina aspártico	Novolog, Novolog FlexPen, Novolog Penfill, NovoRapid, NovoRapid Penfill, Novomix 30, Novolog mix 70/30	
	Insulina <i>detemir</i>	Levemir, Levemir FlexPen	
	GLP-1	Victoza	Diabetes Tipo 2
	Glucagon	Glucagen Glucagon	Hipoglicemia
	GM-CSF	Leukine Leucomax	Cancro e transplante de medula
	HGH	Valtropin	Nanismo e Síndrome de Turner
	PDGF	Regranex	Úlceras neuropáticas diabéticas dos membros inferiores
		GEM 125	Doenças/infecções periodontais
	Vacina do vírus do papiloma humano (HPV)	Gardasil	Cancro do colo do útero causado por HPV
Rasburicase	Fasturtec, Elitek	Hiperuricemia	
<i>P. pastoris</i>	Ecallantide	Kalbitor	Angiodema hereditário
	Insulina	Insugen	Diabetes tipo 2
	Albumina do soro humano	Medway	Expansão do volume sanguíneo;
	Vacina da hepatite	Shanvac	Hepatite B
	IFN- α 2b	Shanferon	Hepatite C e cancro
	Ocriplasmin	Jetrea	Adesão vítreo-macular (VMA)
	Anti-IL-6R Ab	Nanobody ALX-0061	Artrite reumatoide
	Anti-RSV Ab	Nanobody ALX00171	Infeção pelo vírus sincicial respiratório
	HB-EGF	-	Cistite intersticial/Síndrome da dor vesical (IC/BPS)
Colagénio	-	Reagentes de pesquisa médica/enchimento dérmico	
<i>H. polymorpha</i>	Vacina contra a hepatite B (HBV)	Hepavax-Gene	Hepatite B
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Pancrelipase	Creon, Ultresa, Viokase	Insuficiência pancreática exócrina.

6. Segurança na utilização da tecnologia de ADN recombinante na produção de produtos para consumo humano

6.1. Situação atual das culturas geneticamente modificadas no mundo

De acordo com Batista [115] a engenharia genética, também denominada tecnologia de ADN recombinante, permite a transferência de genes de um organismo para outro, sem que seja necessária compatibilidade sexual. Assim, em resultado dessa possibilidade, um organismo geneticamente modificado (OGM) conterá/expressará características modificadas ou adicionais, codificadas pelos genes introduzidos e/ou alterados. Este processo, cujo desenvolvimento teve início na década de 70 do século XX, tem vindo, desde há cerca de 40 anos, a ser implementado por biólogos que utilizaram a engenharia genética em plantas para a expressão de várias características novas como a resistência a determinadas doenças, maior tempo de vida útil para os frutos e maior teor de vitaminas [116]. Sucede porém que, por razões várias, de ordem científica, económica, social e de regulamentação legal, a maioria das características geneticamente modificadas (GM) e novas variedades de culturas entretanto desenvolvidas com recurso a esta tecnologia estão comercialmente indisponíveis ou não são utilizadas para produção comercial. As exceções são as características GM para resistência a herbicidas e resistência a insetos, que, desde meados dos anos 90 do século passado têm sido comercializadas e vendidas em algumas plantas amplamente cultivadas em vários países. O ano de 2015 marcou o 20.º aniversário (1996-2015) da comercialização de culturas biotecnológicas, também conhecidas como culturas transgênicas ou geneticamente modificadas, hoje mais correntemente designadas por "*culturas biotecnológicas*" [117]. No decurso de 20 anos, desde 1996 a 2015, uma área superficial acumulada de 2.000 milhões de hectares de culturas transgênicas, o equivalente a duas vezes a área superficial total da China (956 milhões de hectares) ou dos Estados Unidos (937 milhões de hectares), foi cultivada com sucesso em todo o mundo e, em termos comerciais, estima-se que, durante esse período de tempo, a utilização deste tipo de culturas tenha resultado em lucros superiores a 150.000 milhões de dólares. Ainda em valores acumulados, os 2.000 milhões de hectares de culturas transgênicas compreendem 1.000 milhões de hectares de soja, 600 milhões de hectares de milho, 300 milhões de hectares de algodão e 100 milhões de hectares de canola (variedade de colza transgênica) [117].

Muito embora, até à presente data, na União Europeia, apenas cinco culturas GM (a soja, o milho, a colza, o algodão e a beterraba sacarina) estejam aprovadas para uso humano [118], se

bem que em 2010 havia também sido aprovada a batata para fécula (“Amflora”) cuja autorização foi entretanto retirada, apenas a variedade de milho transgênico MON-810 é cultivada comercialmente [119]. No mundo inteiro, desde 2015, são já cultivadas onze tipos culturas GM (soja, milho, colza, algodão, beterraba sacarina, beringela, mamão, abóbora, batata, luzerna e álamo) [117].

Na Figura 27 encontram-se indicados os países do mundo onde em 2015 se desenvolveram culturas GM assim como é feita também referência ao tipo de culturas e à área superficial utilizada para o cultivo das mesmas.

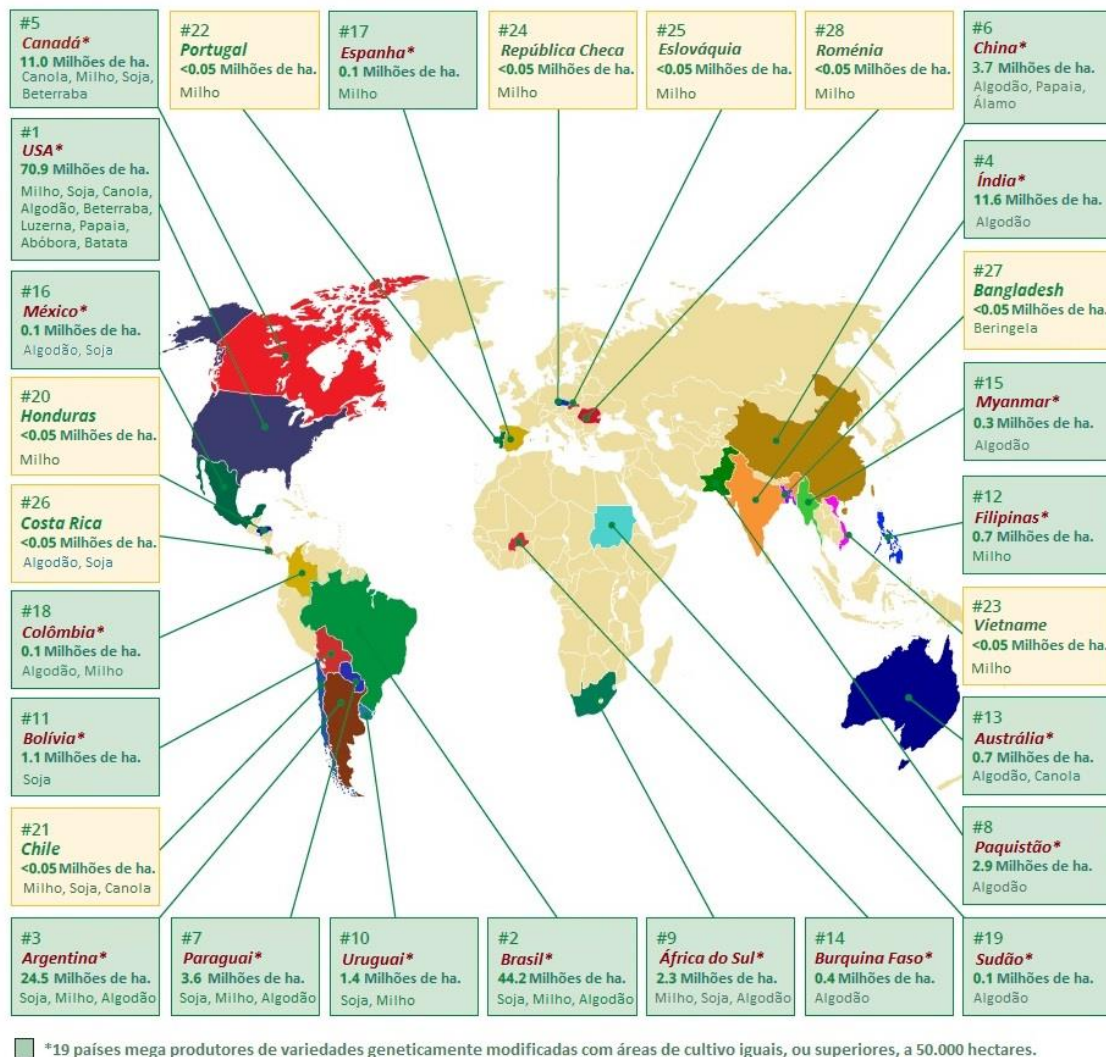


Figura 27 – Mapa global de países produtores e mega produtores de variedades geneticamente modificadas em 2015. Adaptada de [117].

As culturas GM já vêm sendo cultivadas comercialmente há quase duas décadas e os Estados Unidos são, desde a primeira hora, e destacadamente, o país que mais as tem utilizado [120]. Aí, para além do mamão GM, resistente a vírus, cultivado no Havai, as culturas GM de primeira linha continuam a ser o milho, a soja, a canola e o algodão cujas características inseridas são a tolerância a herbicidas e a resistência a insetos. Ainda a este propósito, porquanto se trata de uma nova variedade GM, o primeiro milho tolerante à seca foi plantado em 2013 em 2.000 explorações agrícolas americanas, totalizando uma área de cultivo de 50.000 ha.

6.2. Segurança dos produtos transgênicos usados para consumo humano

Segundo Arya [121] os alimentos geneticamente modificados estão já fortemente disseminados na dieta diária dos habitantes dos Estados Unidos porquanto, ainda de acordo com o mesmo autor, cerca de 60 a 70% dos alimentos processados nesse país contêm componentes geneticamente modificados. Aliás, esta será, certamente, uma inevitabilidade que, mais cedo ou mais tarde, alastrará à maioria dos países até porque a relevância das vantagens que quase sempre emergem no curto prazo constituem poderosos argumentos. Refira-se, aliás, em abono desta “causa” que durante as últimas duas décadas a tecnologia associada ao desenvolvimento de novas culturas GM foi responsável por importantes benefícios socioeconómicos e ambientais não apenas para os países desenvolvidos, mas principalmente, e cada vez mais, para os países e regiões do mundo em desenvolvimento. Esses países enfrentam atualmente grandes desafios em resultado do rápido aumento da população e das mudanças climáticas, sofrendo ainda grandes perdas na agricultura devido, principalmente, à falta de infraestruturas, de capital humano e também em consequência de situações de estresse biótico e abiótico sobre as suas culturas. Ora, também nestes países, novas características inseridas nas variedades preferenciais aí cultivadas podem permitir aos agricultores locais lidarem com os desafios latentes, capacitando-os de forma a que consigam superar as restrições agronómicas e climatéricas sem recurso ao uso intensivo de produtos químicos [120]. Contudo, como sucede com qualquer nova tecnologia, também a utilização de culturas GM, para além dos benefícios, apresenta riscos. Assim, de acordo com Aerni [120], várias questões, económicas, ambientais, sociais, éticas e políticas, devem ser devidamente ponderadas quando for chegado o momento de nos pronunciarmos acerca da segurança dos produtos transgênicos utilizados para consumo humano.

Também a este propósito, particularmente no que respeita aos alimentos GM, refere a Organização Mundial da Saúde (OMS) [122] que devem os mesmos, e segurança para a saúde humana, ser avaliados caso a caso porque diferentes organismos GM são o resultado da incorporação de genes distintos que foram inseridos de formas diversas. Parece, pois, prudente que nestas circunstâncias não sejam feitas extrapolações ou generalizadas eventuais conclusões ou interpretações particulares. Sucede, aliás, que os alimentos GM atualmente disponíveis no mercado passaram por rigorosas avaliações de segurança e não são suscetíveis de apresentarem riscos para a saúde humana [122]. Além disso, não foram, até ao momento, demonstrados efeitos na saúde humana como resultado do consumo de tais alimentos pela população em geral nos países onde foram aprovados sendo disso prova alguns estudos já desenvolvidos por diversas entidades. Neste particular, pela sua abrangência e dimensão, releva-se a análise publicada em 2010 pela Comissão Europeia [123] relativa a 50 estudos realizados com alimentos GM nos últimos 25 anos e na qual se conclui que as tecnologias da engenharia genética, e particularmente os OGM não representam, *per si*, maiores riscos do que as tecnologias convencionais de reprodução e respetivas novas variedades de culturas obtidas por esta via. Uma outra conclusão emergente desta análise que, apesar de aparentemente óbvia, assume grande importância é a de que a investigação e as aplicações biotecnológicas de hoje são muito mais diversificadas do que aquelas de há 25 anos, pelo que, segundo a OMS [122], a aplicação sistemática de avaliações de segurança com base nos princípios do *Codex Alimentarius* e, sempre que se justifique, a adequada monitorização pós-comercialização, devem constituir a base para garantir a segurança dos alimentos GM.

6.2.1. Benefícios das culturas geneticamente modificadas

As variedades de culturas GM e, conseqüentemente, a produção comercial de alimentos transgênicos, desenvolveram-se rapidamente e com reconhecido sucesso, se não de todo, pelo menos em parte por causa de alguns benefícios que lhes foram reconhecidos pelos produtores e pelos consumidores [121]. A Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) estabeleceram uma lista abrangente dos benefícios resultantes da utilização das culturas GM, assim como do consumo dos respetivos alimentos. A Tabela 14 identifica esses benefícios relacionando-os com a(s) respetiva(s) característica(s) GM.

Tabela 14 – Benefícios das culturas geneticamente modificadas [121].

Nova característica	Benefícios resultantes
Resistência a insetos	<ul style="list-style-type: none"> • produção agrícola mais barata; • controlo das pragas mais seguro; • diminuição da contaminação das águas subterrâneas e do ambiente.
Resistência/tolerância a herbicidas	<ul style="list-style-type: none"> • redução de custos e de impacto ambiental; • diminuição ou eliminação da necessidade de aplicação preventiva de herbicidas e de herbicidas com maior toxicidade; • menor exigência na preparação do solo, o que resulta em maior proteção contra a erosão.
Resistência a determinadas doenças	<ul style="list-style-type: none"> • maior produtividade; • diminuição da contaminação das águas subterrâneas e do ambiente.
Enriquecimento nutricional e outras melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • maior eficiência na utilização dos recursos por parte da planta; • maior durabilidade da planta; • plantas com níveis mais baixos de substâncias tóxicas naturais.
<p>Outros benefícios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilização em processos de fitorremediação/biorremediação; • conservação dos recursos naturais; • contribuição para a satisfação das crescentes necessidades mundiais de alimentos; • criação de variedades adaptadas a climas desfavoráveis, diminuindo a quantidade de combustível, trabalho, fertilizante, e água necessários; • mitigação dos efeitos das alterações climáticas. <p>No futuro, as plantas GM poderão vir a ser utilizadas na produção de produtos farmacêuticos, polímeros, enzimas, óleos com menor teor de gordura, e alimentos modificados com alergénicos diminuídos.</p>	

6.2.2. Riscos na utilização de culturas geneticamente modificadas

Muito embora os vários fóruns de discussão sobre o tema em apreço tenham abordado uma ampla gama de aspetos, as três questões principais debatidas relativamente aos riscos potenciais associados à utilização de culturas GM são, segundo a OMS [122], (i) o surgimento de reações alérgicas (efeitos alérgénios), (ii) a transferência de genes para as células humanas ou para bactérias da flora intestinal humana e (iii) o cruzamento com espécies não GM do meio [122].

(i) De um modo geral, os alimentos transgénicos têm o potencial de causar reações alérgicas, apesar de que esse risco é comparável aos riscos associados aos alimentos tradicionalmente cultivados [121]. Sucede, contudo, que as proteínas produzidas por quaisquer genes recém-introduzidos têm um potencial acrescido de causar uma resposta alérgica adicional. Refere, a

este propósito, a OMS [122] que, por uma questão de princípio, a transferência de genes de organismos comumente alergénicos para organismos não alérgicos deverá ser evitada, a menos que se possa demonstrar que o produto proteico resultante da expressão do gene transferido não é alergénico.

(ii) Outra preocupação potencial decorre do facto de, geralmente, o ADN dos alimentos ingeridos não ser completamente degradado pela digestão e pequenos fragmentos de ADN de alimentos transgénicos foram já encontrados em diferentes partes do trato gastrointestinal. Este facto poderá resultar na transferência genética horizontal devido à eventual absorção de fragmentos de ADN pela microflora intestinal ou mesmo por células do epitélio intestinal. Teoricamente, os genes resistentes a antibióticos introduzidos em plantas geneticamente modificadas poderiam ser transferidos para o homem da mesma maneira. Assim, embora a probabilidade dessa ocorrência seja extremamente baixa, a *Food and Agriculture Organization* (FAO) e a OMS apelam ao uso da biotecnologia sem genes resistentes a antibióticos desencorajando ainda a utilização de sequências de ADN desnecessárias no processo de obtenção de OGMs [122].

(iii) Também segundo a OMS [122], a migração de genes de plantas geneticamente modificadas para culturas convencionais ou espécies afins na natureza, bem como a mistura de culturas derivadas de sementes convencionais com culturas GM, pode ter um efeito indireto na segurança alimentar. Foram já relatados casos, como o da variedade de milho GM “Starlink” em 2000 [121], em que vestígios de culturas GM, aprovadas apenas para alimentação animal ou utilização industrial, foram detetados em produtos destinados ao consumo humano. No sentido de evitar ao máximo estas situações vários países adotaram estratégias para reduzir a possibilidade de “mistura”, implementando para o efeito uma clara separação dos campos em que as culturas GM e as culturas convencionais são cultivadas.

7. Percepção da sociedade sobre os alimentos obtidos pela tecnologia de ADN recombinante

A publicação dos resultados do último inquérito do *Eurobarómetro* sobre Ciências da Vida e Biotecnologia [124], realizado em fevereiro de 2010, que teve por base amostras representativas de 32 países europeus, aponta, segundo os autores da publicação, para uma nova era nas relações entre ciência e sociedade, sendo que, no âmbito da engenharia genética, os alimentos GM continuam ainda a ser o “*calcanhar de Aquiles*” da biotecnologia. É perceptível, numa análise mais ampla e retrospectiva, que a visão favorável relativamente a estes produtos tem vindo a diminuir em muitos dos países da União Europeia onde, em termos médios, as opiniões negativas são superiores às opiniões positivas numa proporção aproximada de 3 para 1. Mesmo individualmente, em nenhum dos países existe uma maioria de opiniões positivas relativamente aos alimentos GM ou produtos relacionados.

A impressionante oposição aos alimentos GM por parte dos europeus poder-se-á dever a diferentes tipos de razões sendo que, de acordo com os dados disponíveis na publicação *Europeans and Biotechnology in 2010. Winds of change?* [124], as preocupações com a segurança assumem-se como o principal motivo, logo seguido pela clara percepção da ausência de benefícios a que se alia ainda a apreensão latente relativamente a esses produtos. Os alimentos GM são, pois, vistos como antinaturais e continuam a ser causa de inúmeros receios [124]. Contudo, de acordo com Makhoul [125], as razões invocadas não serão, de todo, as únicas que influenciam a opinião pública europeia sobre as culturas e os alimentos GM. Uma parte significativa dos habitantes da maioria dos países da Europa parece ter uma ligação cultural mais profunda com seus alimentos. No contexto europeu, no que respeita aos alimentos, os hipermercados não substituíram inteiramente os pequenos produtores locais, nem o comércio tradicional ou os padeiros e açougueiros o que, ainda segundo o mesmo autor, contrasta com a atitude da maioria dos consumidores americanos urbanos que têm pouca, ou nenhuma, ligação com o processo produtivo dos alimentos, facilitando a comercialização e expedição da maioria dos produtos em todo o país, colocando frequentemente a ênfase na novidade, consistência e conveniência, ao invés de na origem ou proveniência dos mesmos.

Ainda relativamente à *literacia* sobre o presente assunto parece-nos pertinente salientar o facto de que a maioria dos europeus está já familiarizada com os alimentos GM, eventualmente muito à custa da atenção continuada que ao longo das últimas décadas os meios de comunicação social lhes têm dispensado. De qualquer modo quase metade da população não só ouviu falar,

mas também falou sobre isso ou procurou informações (Figura 28). Apesar de tudo, e de acordo com os dados do *Eurobarómetro* [124], cerca de 18% dos participantes no estudo não haviam ainda ouvido falar sobre o assunto.

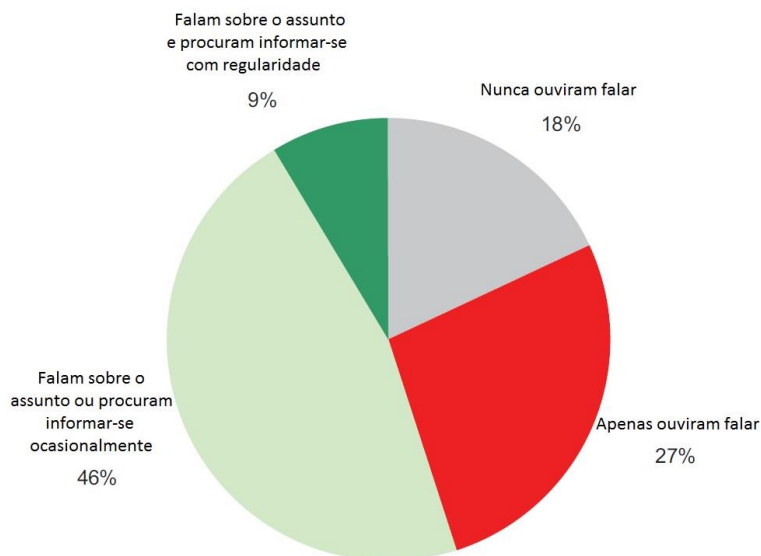


Figura 28 – Resultados do estudo sobre o nível de conhecimento acerca de alimentos GM, realizado na UE27.

Adaptada de [124].

O mesmo estudo [124] permitiu ainda obter informação acerca do maior ou menor grau de apoio, ou concordância, na utilização dos alimentos GM para consumo humano por parte dos indivíduos que constituíram a amostra. A Figura 29 apresenta os níveis de apoio apurados para a UE27, em 2010, apresentando também, para fins comparativos, os resultados obtidos para a UE25 em 2005.

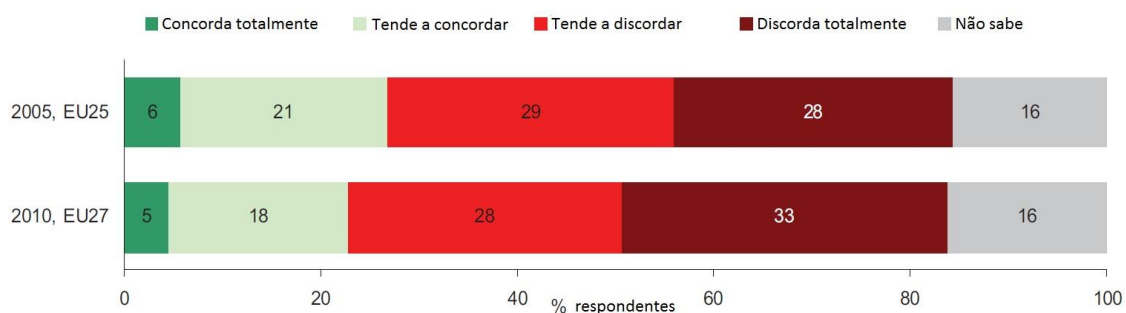


Figura 29 – Evolução da opinião pública acerca da utilização de alimentos GM, UE27. Adaptada de [124].

Emerge ainda da comparação entre 2010 e 2005 que a perceção do público relativamente aos alimentos GM não apresenta alterações substanciais continuando a ser maioritariamente negativa. Apesar de não existirem, ou não estarem disponíveis, estudos do mesmo género e

sobre o mesmo assunto para as várias regiões do mundo é altamente previsível que, pelo menos durante os próximos anos, com maior ou menor intensidade os alimentos GM continuem a alimentar a discussão. A este propósito refere ainda a OMS [122] que, dependendo da região do mundo, as pessoas geralmente têm diferentes atitudes em relação aos alimentos, acrescentando que, além do valor nutricional, os alimentos têm frequentemente conotações sociais e históricas, sendo que nalguns casos têm profunda importância religiosa. Assim, a introdução de alterações tecnológicas na produção de alimentos são suscetíveis de desencadear respostas negativas entre os consumidores, especialmente quando não existe ou não é suficientemente clara a comunicação dos riscos e não é imediata e perceptivelmente vantajosa para o consumidor a relação custo/benefício.

O “Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança” [126], assinado no decurso da Convenção sobre Diversidade Biológica, realizada na Colômbia, em janeiro de 2000, “reconhece que a Biotecnologia moderna tem imensas possibilidades de contribuir para o bem-estar humano se for desenvolvida com medidas de segurança adequadas para o meio ambiente e para a saúde humana”. Ora, segundo Delgadillo [127], são exatamente estas preocupações com o meio ambiente e com a saúde humana que têm estado na base de tanta controvérsia, um pouco pelo mundo todo, com particular relevância na Europa.

Conclusão

A ancestral relação do homem com os alimentos fermentados, o determinante papel que estes tiveram na sobrevivência de muitas comunidades primitivas e a profunda influência que alguns desses produtos terão tido na ascensão e queda de várias civilizações ao longo da história da humanidade, foram o mote para a abordagem de um significativo conjunto de aspetos e evidências que atestam a enorme, e ainda parcamente explorada, importância dos micróbios para a humanidade. Releva, pois, do exposto ao longo do trabalho que os micróbios heterotróficos, com interesse para o homem, são muito mais do que “simples” agentes processadores/modificadores de alimentos e que, sem menosprezo por essa capacidade, apenas o farão porquanto é também da sua natureza primária atuar sobre a matéria orgânica e dela obter os elementos necessários ao seu metabolismo. Aliás, numa era pós-Pasteur seria extremamente redutor dar continuidade, ainda que agora controladamente e com cabal conhecimento dos processos envolvidos, a uma exploração microbiana que se circunscrevesse apenas à obtenção dos tradicionais e ancestrais produtos fermentados.

O advento da microbiologia e da bioquímica tornou possível o esclarecimento básico, e posterior aprofundamento, do modo de funcionamento das vias metabólicas utilizadas pelos micróbios com influência direta na modificação dos alimentos, mas sobretudo abriu caminho a inovadoras utilizações dos micróbios para a produção em larga escala de novos produtos de uso industrial, alimentar e de medicamentos. Os significativos avanços biotecnológicos, ocorridos particularmente na segunda metade do século XX, permitiram o dealbar da engenharia genética e concederam à humanidade o poder da “recriação” microbiana por via da implementação de procedimentos de recombinação genética. A obtenção e exploração controlada de micróbios recombinantes representará, pois, o início de uma etapa absolutamente nova e altamente promissora, se bem que também extremamente delicada e potencialmente perigosa, na relação do homem com a natureza e particularmente com estes seres vivos. Se antes, cientes da importância dos micróbios, foram eficazmente exploradas algumas das suas potencialidades, nesta nova fase passou a ser o homem a “potenciar” a maquinaria celular e enzimática de alguns micróbios tendo em vista a obtenção de substâncias úteis por via da expressão de genes exógenos assim como a promoção de processos de biorremediação de ambientes francamente contaminados.

O futuro próximo exigirá ao homem novas formas de atuação e de interação com a natureza tendo em vista a manutenção de condições que garantam a continuidade da sua sobrevivência

coletiva. Os recursos do planeta, para além de finitos, estão sobre-explorados e por isso cada vez mais escassos, pelo que, neste contexto, os micróbios poderão constituir-se como variável preponderante para a manutenção do equilíbrio complexo deste imenso ecossistema. Sem descurar a enorme importância que os métodos tradicionais de processamento de alimentos, particularmente por via da fermentação, continuam a ter na sustentabilidade de muitas comunidades mais isoladas e um pouco dispersas por todo o planeta, urge intensificar e aprofundar o estudo e identificação de variedades mais eficientes que, quer ao nível das características organoléticas, quer ao nível do potencial de conservação, garantam melhores performances. De igual modo será necessário proceder no âmbito dos micróbios atualmente explorados na produção em larga escala de substâncias para uso industrial ou na produção de biomassa para alimentos e rações. Porventura ainda mais determinante, e absolutamente decisivo, enquanto complemento alimentar para uma população mundial que quadruplicou no decurso do século XX e que terá já ultrapassado 7.000 milhões de habitantes, será o recurso, previsivelmente cada vez mais intenso, à utilização em larga escala de micróbios geneticamente modificados especificamente “recriados” para a produção de biomassa, seja sob a forma de “proteína de célula única” (SCP), sob a forma de outros nutrientes ou sob a forma de nutracêuticos. Neste particular é previsível um crescente aumento de instalações industriais dedicadas a esta nova atividade industrial como complemento das atuais explorações agrícolas e agropecuárias. Também ao nível dos biofármacos e outras moléculas recombinantes, partindo dos dados atuais a que o trabalho faz referência, a tendência a curto prazo será também a de um forte incremento da indústria biofarmacêutica relativamente à indústria convencional do medicamento.

A continuidade da civilização humana impõe a adoção urgente de novos paradigmas e, mesmo não sendo uma panaceia, os micróbios recombinantes estarão cada vez mais na primeira linha das potenciais soluções para uma grande variedade dos problemas atuais.

Parte II - Apresentação e discussão de projetos desenvolvidos com os alunos e no âmbito da comunidade educativa

Tendo em consideração o cumprimento do estipulado no guião para a elaboração do presente relatório proceder-se-á, de seguida, à apresentação e breve discussão de alguns projetos em que o autor, ao longo da sua carreira e no âmbito da sua atividade profissional específica, interveio, umas vezes como coordenador e outras como colaborador/elemento da equipa organizadora, mas sempre com a convicção de que se trataram de atividades que contribuíram substantivamente para a facilitação, significância e valorização das aprendizagens dos alunos em contexto escolar.

1. Olimpíadas do Ambiente

No ano letivo 1999/2000 o autor coordenou localmente a organização das V Olimpíadas do Ambiente (OA) (Anexo 1). Tratando-se de um concurso de âmbito nacional, considerada uma das maiores iniciativas de Educação Ambiental em Portugal, as OA contaram, nessa edição, com a organização conjunta da Universidade Católica Portuguesa, da Quercus, do Instituto de Promoção Ambiental, da Escola Secundária de Ermesinde e da Escola E. B. 2,3 Poeta da Silva Gaio. A iniciativa que, também localmente, registou uma grande adesão por parte dos alunos permitiu dar cumprimento, entre outros, aos seguintes objetivos: aprofundar o conhecimento sobre a situação ambiental portuguesa e mundial, promover o contacto com situações experimentais concretas e estimular a dinâmica de grupo e espírito de equipa, assim como a cooperação entre os alunos.

2. Projeto de Promoção e Educação para a Saúde

O autor coordenou o Projeto de Promoção e Educação para a Saúde (PES) na Escola Secundária de Fafe de 2007 a 2009 (Anexo 2) e, durante esse período, a prevenção das toxicodependências e a educação sexual constituíram-se como áreas de intervenção preferenciais. Tendo prioritariamente em vista a consecução dos objetivos do projeto que, em primeira instância, emanam da Carta de Ottawa, documento orientador sobre Promoção da Saúde, no qual Portugal participou, a atuação do autor, em coordenação com a Psicóloga da escola e com a equipa de

saúde escolar do Centro de Saúde de Fafe, procurou sempre ir ao encontro daquelas que, em função do contexto, do público-alvo e do momento, eram considerados assuntos de intervenção prioritárias dentro das duas áreas definidas.

Assim, com os alunos do 9.º ano de escolaridade, foram concretizadas várias sessões de esclarecimento e sensibilização, em meio escolar, tendo em vista a prevenção da infeção por VIH/SIDA e, ainda neste enquadramento, foi também levada a efeito uma palestra sobre Educação Sexual (Figura 30) proferida pela Dr.ª Cristina Ramos e pelo Dr. Artur Freitas, ambos indicados pela Delegação de Saúde de Fafe.



Figura 30 – Palestra sobre educação sexual para alunos do 9.º ano de escolaridade.

Com os alunos do ensino secundário foram organizadas palestras com o objetivo de promover a prevenção das toxicodependências, tendo sido dado particular destaque às “novas drogas” (anfetaminas, ecstasy e outras drogas psicotrópicas), ao tabaco e ao álcool. Nesse contexto, em parceria e sob a coordenação da Delegação de Saúde de Fafe, foram ainda aplicados e tratados alguns inquéritos com o objetivo de diagnosticar os hábitos tabágicos e de alcoolismo nos adolescentes. Foi ainda aceite o repto da KeyPoint, uma empresa de Consultoria Científica na área da saúde, contratada pela Danone, que disponibilizou uma equipa de dois colaboradores no sentido destes procederem à determinação do perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos, HDL e LDL), por método capilar a todos os indivíduos com mais de 18 anos que aceitassem participar. Para além dos alunos do ensino secundário com 18 ou mais anos o estudo contou também com a adesão de docentes e assistentes.

Ainda no âmbito das atividades do PES, em estreita articulação com o Centro de Saúde de Fafe, o autor implementou o Plano Nacional de Saúde Oral (PNSO) na Escola Secundária de Fafe que teve uma grande adesão e que, por via do “cheque-dentista”, terá possibilitado a muitos alunos a sua primeira ida ao dentista. Foram ainda desenvolvidas várias atividades, sessões de esclarecimento e jogos didáticos, particularmente direcionados aos alunos do ensino secundário,

por parte do autor em colaboração com alguns profissionais da Delegação de Fafe da Cruz Vermelha Portuguesa no âmbito da campanha “*Copos – quem decide és tu*”. Tratou-se de uma campanha desenvolvida pela Juventude da Cruz Vermelha Portuguesa e supervisionada tecnicamente pelo Instituto da Droga e da Toxicodependência e cujos objetivos principais passavam pela sensibilização para os riscos do consumo excessivo de álcool e a promoção de uma cultura de consumo responsável entre as populações jovens, sendo o meio escolar o espaço privilegiado da intervenção.

Ainda no âmbito do projeto, e por solicitação da Delegação de Saúde de Fafe, a Escola colaborou na Campanha de Vacinação contra as doenças provocadas pelo meningococo do grupo C, nomeadamente a meningite.

3. Desempenho dos cargos de Delegado de Grupo Disciplinar de Biologia e Geologia e de Representante de Departamento Curricular de Ciências Físico-Químicas e Naturais

O autor desempenhou o cargo de Representante de Grupo Disciplinar no ano letivo 1997/1998 na Escola E. B. 2,3 de Gandarela (Anexo 3) onde permaneceu apenas um ano. Assim mesmo aí desempenhou cabalmente as funções que decorrentes da legislação eram da sua competência, tendo integrado o Conselho Pedagógico da Escola onde participou na elaboração e aprovação dos documentos estruturantes, nomeadamente no Plano Anual de Atividades, no Regulamento Interno e nos Critérios de Avaliação. Volvidos dois anos, já na Escola Secundária de Fafe, o autor foi eleito para desempenhar o cargo de Delegado de Grupo Disciplinar (Anexo 4) e, cumulativamente, também recaiu sobre ele a escolha para assumir a função de Coordenador de Departamento Curricular (Anexos 5). Assim, no decurso dos anos letivos 1999/2000 e 2000/2001, em que acumulou os dois cargos, e no ano letivo 2001/2002, em que continuou apenas como Coordenador de Departamento Curricular, participou e interveio ativamente na elaboração e aprovação dos vários documentos estruturantes que norteiam o dia-a-dia da escola e normalizam o processo de avaliação dos alunos contribuindo, também por essa via, para os seus sucessos académico e educativo.

Na opinião do autor o desempenho destes cargos, porquanto de duração limitada, permite que os docentes que rotativamente os assumem possam, enquanto lideranças intermédias, dar contributos importantes e inovadores com particular importância ao nível dos processos de

ensino e aprendizagem. Aliás, é ao nível do Departamento Curricular e do Grupo Disciplinar que, entre pares, se constroem, monitorizam, ajustam e reajustam as planificações didáticas e os projetos pedagógicos, bases fundamentais para a edificação do sucesso individual e coletivo dos nossos alunos, assim propondo e/ou apresentando o construto obtido às instâncias superiores. Sempre foi com esta forma de estar e de fazer que o autor interpretou o desempenho destes cargos.

4. Desempenho dos cargos de Vice-Presidente do Conselho Executivo e de Subdiretor

No ano letivo 2003/2004, na sequência de convite do então Presidente do Conselho Executivo da Escola Secundária de Fafe, o autor foi cooptado para o desempenho do cargo de Vice-Presidente (Anexo 6) tendo ficado à sua responsabilidade a área de alunos, designadamente no que respeita à avaliação e à disciplina. No final desse ano letivo, por motivos de ordem pessoal, o autor solicitou a exoneração do cargo.

No ano letivo 2009/2010 o autor foi convidado pela Diretora eleita da Escola Secundária de Fafe para o cargo de Subdiretor (Anexo 7) que vem desempenhando desde então, muito embora tenha entretanto ocorrido a constituição do Agrupamento de Escolas de Fafe e consequente designação da Comissão Administrativa Provisória para o ano letivo 2012/2013 (Anexo 8), a que se seguiu nova eleição da atual Diretora para o mandato 2013/2017 de que resultou novo convite para o exercício do cargo de Subdiretor (Anexo 9).

Assim, ao longo dos últimos sete anos, por força das funções que vem exercendo, o autor tem estado na linha da frente dos processos de decisão, elaboração e monitorização dos documentos estruturantes que, de acordo com Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de abril, retificado pelo Decreto-Lei 137/2012, de 2 de julho, constituem os instrumentos do exercício da autonomia das escolas, designadamente, o projeto educativo, o regulamento interno, os planos anual e plurianual de atividades e o orçamento. Ora, cada um destes instrumentos constitui, em si mesmo, um relevante projeto de cuja cuidada e eficiente implementação, para além do normal funcionamento diário do agrupamento de escolas, depende em primeira análise o cumprimento de um serviço público de qualidade do qual se espera que seja capaz de satisfazer cabalmente um conjunto de necessidades específicas de toda uma comunidade educativa e que, concomitantemente, garanta o acesso ao sucesso educativo e académico de todos os alunos.

Tem sido, pois, na prossecução dos objetivos fundamentais de cada um dos instrumentos referidos que, juntamente com a equipa diretiva que integra, o autor considera ter contribuído decisivamente para a melhoria contínua das aprendizagens e do sucesso dos alunos do Agrupamento de Escolas de Fafe. A atestá-lo poder-se-ão referir os valores das taxas de sucesso nos vários anos, níveis e modalidades de ensino (Tabela 15) porquanto evidenciam valores globais acima das respetivas médias nacionais, quer ao nível do ensino regular, quer ao nível das restantes modalidades de ensino, a que acresce o facto da maioria dos alunos que anualmente se candidatam ao ensino superior obterem colocação na primeira opção.

Tabela 15 – Resultados escolares 2015/2016: comparação das taxas de sucesso dos vários anos curriculares/modalidades de ensino do Agrupamento de Escolas de Fafe com as taxas de sucesso respetivas a nível nacional.

Ensino/Modalidade/Ano ou Tipo	Taxa de Sucesso 2015/2016	
	Unidade Orgânica	Nacional
Ensino Básico (Global)	96,21%	92,81%
1º Ano	100,0%	100.0 %
2º Ano	84,48%	90.4 %
3º Ano	98,25%	96.9 %
4º Ano	100,0%	97.6 %
5º Ano	100,0%	92.4 %
6º Ano	97,1%	92.7 %
7º Ano	91,04%	86.4 %
8º Ano	97,62%	91.5 %
9º Ano	97,47%	90.0 %
Ensino Secundário (Global)	87,17%	83,33%
<i>Cursos Científico-Humanísticos</i>	84,52%	81,72%
10º Ano	92,57%	84.6 %
11º Ano	93,15%	91.3 %
12º Ano	69,5%	68.1 %
Recorrente	91,76%	68,98%
<i>Cursos Profissionais</i>	94,52%	88,8%
1º Ano	98,28%	98.4 %
2º Ano	96,91%	99.2 %
3º Ano	86,08%	65.7 %

4.1. Projetos em que o autor colaborou no âmbito do desempenho dos cargos de Vice-Presidente do Conselho Executivo e de Subdiretor

O autor, ao longo dos mais de oito anos letivos em que vem desempenhando os cargos referidos, levou a efeito a promoção, dinamização e organização de vários projetos e atividades, para além daqueles em que, fruto das funções exercidas, acabou por se envolver quer apenas ao nível de aspetos logísticos, quer de forma mais visível e interventiva porquanto se tratavam de projetos diretamente relacionados com a sua “área de saber” ou grupo de recrutamento. Sendo, pois, impraticável elencá-los a todos neste relatório, dar-se-á destaque apenas a alguns considerados mais relevantes.

4.1.1. Dias da Ciência e da Tecnologia

No âmbito do cumprimento do Plano Anual de Atividades da Escola Secundária de Fafe, o Departamento de Matemática e Ciências Experimentais em articulação com a Direção, numa tentativa de contribuir para a divulgação e atualização de conhecimentos científicos e tecnológicos junto da comunidade educativa, organizou e concretizou a atividade “Dias da Ciência e da Tecnologia 2010”. A atividade, que correspondeu à reedição de uma iniciativa que, em regra, se repete anualmente desde 2002, teve como tema “Ambientes Locais – Solo, Água, Energia e Biodiversidade” e decorreu de 26 de abril a 8 de maio. O evento envolveu um vasto conjunto de iniciativas que, entre outras, contemplaram um Seminário dedicado à “Biodiversidade e Evolução da Floresta Portuguesa” (Figura 31A), que contou com a participação especial do Professor Jorge Paiva, considerado um dos maiores botânicos portugueses, bem como um conjunto de conferências e palestras proferidas por especialistas das Universidades do Minho, Porto e Coimbra, nas áreas da Física, Química, Biologia, Geologia, Robótica e Informática. Outras atividades como o Peddy-paper (Figura 31B), a exposição “No Limite do Corpo Humano” (Figura 31C), a Feira de Plantas e Produtos Locais (Figura 31D), a Exposição de Minerais (Figura 31E), a palestra sobre Geoconservação e Geodiversidade (Figura 31F), os workshops temáticos, as *matinés* tecnológicas, as demonstrações científicas e tecnológicas, os concursos e o percurso pedestre funcionaram como contextos de animação e participação da comunidade escolar, com especial enfoque nos alunos, principais destinatários deste evento.



Figura 31 – Iniciativas dos “Dias da Ciência e da Tecnologia 2010”.

Ainda associado ao evento foi criado um “Microsite DCT” (ainda parcialmente disponível e atualizado até 2014 com outros projetos relevantes para o Agrupamento) (Figura 32), acessível a partir da página de entrada do então site da Escola, atualmente site do Agrupamento de Escolas (www.ae-fafe.pt/citec/) cuja gestão e atualização é, desde o ano letivo 2009/2010 da responsabilidade do autor.

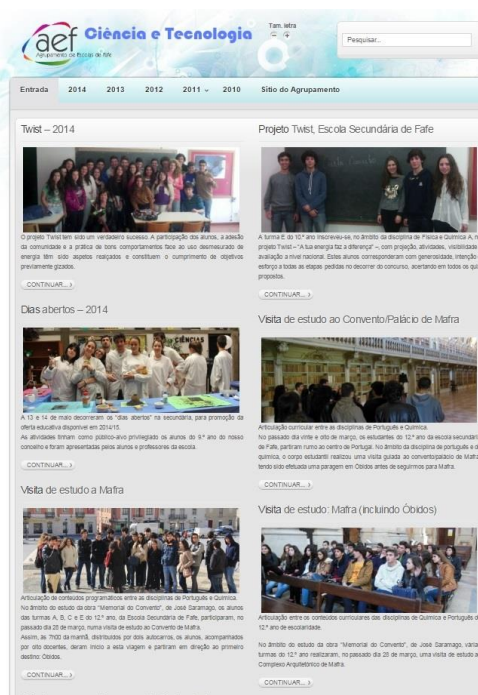
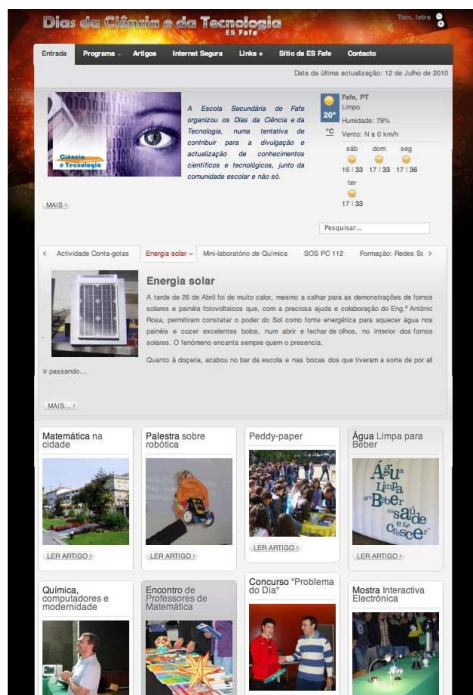


Figura 32 – Microsite criado no âmbito dos “Dias da Ciência e da Tecnologia”.

4.1.2. Projeto Limpar Portugal

O Projeto Limpar Portugal tendo surgido como um movimento de cidadãos empenhados em conseguir fazer desaparecer as lixeiras ilegais existentes na floresta portuguesa e sensibilizar para comportamentos ambientalmente sustentáveis, culminou no dia 20 de março de 2010 com uma grande ação de limpeza a nível nacional. A Escola Secundária de Fafe, particularmente por via dos alunos dos 8.º e 11.º anos de escolaridade de algumas turmas, associou-se a esta grande iniciativa.

Os alunos, juntamente com os respetivos encarregados de educação e os professores de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia, deslocaram-se à zona envolvente da Barragem de Queimadela com a finalidade de participar no projeto. Esta participação, a par de outras atividades, traduziu-se na recolha de apreciável quantidade de lixo espalhado na floresta (garrafas de plástico e de vidro, latas, cartões, artefactos plásticos, esferovites, peças metálicas, etc.) (Figura 33).



Figura 33 – Participação da Escola Secundária de Fafe no projeto “Limpar Portugal”. Vários momentos da atividade de recolha de resíduos na zona envolvente da Barragem de Queimadela – Fafe.

4.1.3. Projeto Escola Eletrão

No ano letivo 2010/2011, o autor, enquanto Subdiretor do Agrupamento de Escolas de Fafe, no âmbito das suas competências e atribuições, acompanhou, a par da coordenadora, toda a

logística relacionada com a implementação das várias etapas do Projeto Escola Eletrão ao nível da Escola (Anexo 10). Este projeto correspondeu a uma iniciativa da Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (AMB3E), que visava a recolha desses resíduos nas escolas, premiando as que reunissem maior quantidade.

A inscrição da escola no projeto foi efetuada no decurso do primeiro período letivo e, ao longo do ano, foram efetuados diversos contactos com os responsáveis pelo desenvolvimento das várias etapas, de modo a planear, devidamente, a sua implementação. O projeto incluía, para além da fase mais dinâmica relacionada com a entrega e recolha dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE) (Figuras 34A, 34B e 34C), a realização de palestras (Figura 34D) e a divulgação de materiais de divulgação e sensibilização, etapas que foram concretizadas com reconhecido sucesso e que contaram com a colaboração de toda a comunidade educativa. A fase da recolha resultou no envio de 4008 Kg de REEE (Anexo 11).



Figura 34 – Algumas ações do projeto Escola Eletrão. (A – entrega de REEE; B – separação dos REEE por categorias; C – recolha dos REEE; D – momento de uma palestra)

4.1.4. Projeto TWIST - 2011/2012

Destinado a alunos do ensino secundário de todo o país e focalizado nos temas da eficiência energética e das alterações climáticas, este projeto foi promovido pela EDP Serviço Universal e pela Sair da Casca – Consultoria em Desenvolvimento Sustentável, com o apoio do Ministério da Educação e Ciência/Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, UNESCO, Direção-Geral de Energia e Geologia e Agência Portuguesa do Ambiente.

Tratou-se de um evento de amplo alcance, sob a designação “**TWIST – a tua energia faz a diferença**”, com o lema “**Pensar globalmente e agir localmente**” e teve como objetivo fundamental a inventariação de medidas corretivas que urgia adotar na Escola Secundária de Fafe tendo em vista promover um aumento progressivo da eficiência energética. Contou com o envolvimento direto da Direção do Agrupamento de Escolas de Fafe, na qual o autor

desempenha o cargo de Subdiretor, de toda a comunidade educativa, com particular destaque para as seguintes instituições do concelho: Associação de Pais e Encarregados de Educação da Escola Secundária de Fafe, Santa Casa da Misericórdia de Fafe, Cruz Vermelha Portuguesa (Delegação de Fafe), Comissão de Proteção de Crianças e Jovens e Associação de Estudantes da Escola Secundária de Fafe e com a participação mais próxima de um grupo de alunos – *Os Ventoinhas* e docentes do Departamento Curricular de Ciências Naturais e Experimentais. A iniciativa contemplou diversas etapas das quais se relevam aqui a palestra “Eficiência Energética e Energias Renováveis” (Figura 35), que contou com palestrantes disponibilizados pela EDP e com outros profissionais independentes qualificados na área das energias renováveis, e que resultou num enorme sucesso.



Figura 35 – Palestra sobre eficiência energética e energias renováveis, realizada na Escola Secundária de Fafe.

Destaca-se ainda, pelo impacto e visibilidade que teve, a iniciativa que resultou no “embelezamento” das rotundas da cidade de Fafe. Tendo sido seleccionadas as 5 rotundas principais, a cada uma foi atribuído um tema específico, nomeadamente, “Racionalização do consumo de combustíveis fósseis” (Figura 36A), “Racionalização do consumo de energia elétrica” (Figura 36B), “Incentivo à reciclagem e reutilização do lixo” (Figura 36C), “Poupança de energia no uso de embalagens familiares e transporte de mercadorias” (Figura 36D) e “Racionalização do consumo de água” (Figura 36F).



Figura 36 – Campanha de sensibilização através do “Embelezamento das rotundas” na cidade de Fafe.

Um prémio total no valor de 100.000€, destinado à implementação de medidas de eficiência energética nas escolas, seria atribuído às três escolas vencedoras do concurso. Os *twisters* vencedores receberiam também um vale FNAC no valor de 700€. A cerimónia de entrega dos prémios decorreu no Pavilhão Atlântico, em Lisboa, no dia 6 de julho de 2014, e a Escola Secundária de Fafe venceu o concurso alcançando o primeiro prémio, entre cerca de 280 candidaturas, no valor de 45.000€ (Figura 37).



Figura 37 – Entrega do 1.º prémio Twist, em Lisboa.

4.1.5. Estudo Principal do Projeto TALIS - *Teaching and Learning International Survey*

O autor coordenou, ao nível da Escola Secundária de Fafe, o Estudo Principal do Projeto TALIS, cuja implementação decorreu no ano letivo 2012/2013 (Anexo 12).

O TALIS constitui um estudo internacional desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), centrado no ambiente de aprendizagem e nas condições de trabalho que as escolas disponibilizam aos docentes, oferecendo a professores e a diretores de escola a oportunidade de contribuírem, através da descrição das suas condições de trabalho, para a análise do sistema educativo, e das linhas de conduta da política educativa. Este estudo teve ainda como objetivo dar oportunidade aos docentes e diretores de fornecerem informação para a análise da educação e para o desenvolvimento das políticas educativas em áreas-chave, onde existem lacunas a nível nacional e internacional em termos de docentes, ensino, e no impacto que os docentes podem ter na aprendizagem dos alunos.

As respostas obtidas no TALIS 2013 possibilitaram a recolha e a análise da informação sobre a educação em 34 países. Os resultados deste estudo foram publicados no relatório internacional "TALIS 2013 - *An International Perspective on Teaching and Learning*" e no Country Profile de Portugal. A título meramente ilustrativo, entre muitas outras conclusões, retira-se do estudo que entre as rondas TALIS 2008 e 2013, a população docente portuguesa envelheceu, assistindo-se a uma diminuição da importância relativa de professores com idades compreendidas entre os 25 e 29 anos (de 7,4% para 1,2%) e entre os 30 e 39 anos (de 40% para 24,2%), e a um aumento da importância relativa dos professores com idades compreendidas entre os 40 e 49 anos (de 36,3% para 46,8%) e entre os 50 a 59 anos (de 14,2% para 25,4%). Salienta-se ainda o facto de que o número de horas que os docentes portugueses declaram trabalhar por semana é superior ao valor médio observado nos países participantes no TALIS, em mais do que seis horas (Portugal: 44,7 horas; valor médio TALIS: 38,3 horas). A lecionação das disciplinas e a avaliação/correção dos trabalhos dos alunos são as atividades a que os docentes dispõem mais tempo, em Portugal, respetivamente 20,8 e 9,6 horas, e, em média, nos países participantes no TALIS, respetivamente 19,3 e 4,9 horas.

4.1.6. Estudo PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2012

O autor foi o elemento da Direção do Agrupamento de Escolas de Fafe designado para acompanhar todo o processo relacionado com a recolha e organização dos dados relativos aos alunos que, reunindo as condições previstas pelos organizadores do estudo, deveriam ser indicados como potenciais participantes no Estudo PISA 2012 (Anexo 13). Participou ainda, em articulação com a respetiva coordenadora, na preparação e envio de informação aos

pais/encarregados de educação para obtenção da necessária autorização para participação e em toda a logística associada à distribuição dos alunos pelas respetivas salas, assim como no acompanhamento dos aplicadores externos.

O PISA - *Programme for International Student Assessment*, é um estudo internacional lançado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) em 1990, visando avaliar a capacidade dos alunos que se aproximam do final do ensino obrigatório, na maioria dos países participantes, para a resolução dos desafios da vida quotidiana. O Estudo de 2012 incidiu sobre a Literacia da Matemática como domínio principal e além da aplicação do teste em papel – *Paper Based Assessment* – foi também aplicado um teste em suporte digital – *Computer Based Assessment* – que incidiu principalmente na Resolução de Problemas.

5. Outras atividades desenvolvidas

Ao longo dos quase vinte e um anos de serviço, o autor organizou e coorganizou muitas outras atividades destinadas aos alunos, de âmbito curricular e extracurricular, com particular destaque para o variadíssimo conjunto de iniciativas que emergiram no decurso da lecionação da disciplina de Área de Projeto ao 12.º ano de escolaridade no ano letivo 2008/2009. Merecem ainda relevo todas as visitas de estudo concretizadas tendo em vista complementar e enriquecer o estudo de muitos aspetos ligados às áreas da Biologia e da Geologia, com particular pendor para a Geologia. Neste particular, entre outras, sobressaem as visitas ao Parque Nacional da Peneda-Gerês, ao Centro Ciência Viva do Alviela – Carsoscópio e Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (Anexo 14), modelados e paisagens cársicas da região, Geoparque de Arouca, faixa litoral do Parque Natural Litoral Norte (PNLN) (Anexo 15), Dunas de S. Jacinto e Centro Multimeios de Espinho.

Acresce ainda referir, porquanto também relevantes, os contributos do autor enquanto elemento do grupo de recrutamento, e particularmente na qualidade de Subdiretor, na submissão das candidaturas e acompanhamento da execução material e financeira dos vários projetos que, desde 2009/2010, a Escola Secundária de Fafe/Agrupamento de Escolas de Fafe tem vindo a apresentar no âmbito das várias edições do Prémio Fundação Ilídio Pinho “Ciência na Escola” e que já valeram à Escola Secundária/Agrupamento de Escolas de Fafe vários prémios pecuniários, para implementação dos projetos selecionados, e distinções (Anexos 16, 17, 18, 19, 20 e 21).

Merece também ser relevada, como um excelente exemplo de proficua cooperação entre todos os elementos da comunidade educativa e pela dimensão do evento e número de figurantes envolvidos, a concretização da atividade que consistiu na recriação de uma feira medieval que decorreu no centro da cidade de Fafe ao longo dos dias 14, 15 e 16 de junho de 2013 e que foi motivo de notícia em jornal local. (Anexo 22).

Parte III – Formação

A procura de novos conhecimentos e a atualização daqueles adquiridos, mais do que “imposições” consagradas no Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aspetos basilares da carreira de qualquer profissional da área da educação. É expectável que o professor seja um agente proativo na busca do conhecimento e, por força da tipologia dos seus públicos regulares, também um promotor de novas ideias. Nesse sentido, o autor não se acomodou aos saberes obtidos durante a formação inicial e, sem se deixar condicionar ou satisfazer pela normatividade formativa, sempre procurou que a formação científica e pedagógica obtida ao longo da sua carreira nunca correspondesse a um fim em si mesma mas antes constituísse um meio suscetível de o catapultar para níveis de desempenho superior, quer enquanto contínuo aprendiz, quer enquanto educador/formador.

Dar-se-á, de seguida, cumprimento à apresentação da formação obtida e, sempre que se justifique, também à discussão da sua relevância na melhoria do desempenho científico do autor. Para o efeito estruturar-se-á a referida formação por três grandes áreas, a formação Científica e Didática, a formação no domínio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a formação nas vertentes da Administração Escolar e Administração Educacional (formação especializada e formação contínua). Haverá ainda lugar à apresentação da formação ministrada pelo autor, enquanto formador em contextos não escolares.

1. Formação Científica e Didático-pedagógica

O ritmo acelerado das mudanças e avanços científicos e tecnológicos a que, quase diariamente, assistimos permite-nos perceber a imensa instabilidade, e até mesmo precariedade, dos nossos conhecimentos. É, hoje, por todos reconhecida a necessidade imprescindível da formação contínua, ainda que autoformação/pesquisa individual, nos domínios científico e tecnológico, tendo em vista a atualização específica dos docentes e procurando sempre ir ao encontro das necessidades do momento. Conseguida a satisfação desta primeira necessidade é também imperativo interiorizar que o paradigma atual da didática não considera mais a informação como um fim em si mesma mas antes como uma ferramenta que, se bem transmitida, possibilitará aos alunos o desenvolvimento de competências que lhes permitirão a identificação e resolução de problemas. Urge, pois, apostar em estratégias inovadoras de ensino das Ciências suscetíveis

de incrementar a capacidade analítica e contextualizadora da informação potenciando, deste modo, o valor e a importância do conhecimento.

- ***As Tecnologias da Informação na Didáctica das Ciências Naturais*** – 14/10 a 16/12/1996 (Anexo 23).

Numa altura em que a utilização dos computadores em contexto de sala de aula era ainda uma raridade, a frequência desta ação permitiu aumentar significativamente a familiaridade com o computador e alguns periféricos como a mesa de digitalização e a impressora. Funcionou ainda como um importante marco no acesso às novas tecnologias porquanto proporcionou ao autor o primeiro acesso à *World Wide Web*. Ainda no âmbito da ação os formandos tiveram oportunidade de conhecer e aprofundar vários aspetos relacionados com o sistema de hipertexto e desenvolveram ainda competências na utilização do ***ToolBook***, um programa para criação de conteúdos interativos que teve um importante impacto na preparação de materiais para a lecionação de vários temas programáticos, no âmbito das Ciências Naturais, da Biologia e da Geologia.

- ***O Actual Sistema de Avaliação no Ensino Básico*** – 30/03/1998 (Anexo 24).

Esta ação, orientada pela Dr.^a Francisca Abreu, realizou-se na Escola E. B. 2,3 de Gandarela de Basto e consistiu numa análise reflexiva dos normativos relativos à avaliação no Ensino Básico, à luz do Regime de Autonomia das Escolas (Decreto-Lei n.º 115-A/98 de 4 de maio).

- ***II Acção de Formação “Prevenção da Infecção pelo VIH e da SIDA”*** – 25 e 26/04/1998 (Anexo 25).

Esta ação, promovida pela Abraço (Associação de Apoio a Pessoas com VIH/SIDA), permitiu o contacto muito próximo com uma realidade que, na época, começava a ser mais divulgada e cuja abordagem em contexto escolar era ainda muito incipiente embora se pretendesse incrementar rapidamente a temática numa ótica pedagógica e preventiva. A participação nesta formação resultou num forte incentivo a uma atitude mais proactiva, porque informada e fundamentada, na abordagem do tema com os alunos, bem como funcionou também como um estímulo adicional no despertar da curiosidade que levou o autor a aprofundar e atualizar conhecimentos sobre vários assuntos correlacionados.

- ***O Director de Turma no Novo Modelo Organizacional da Escola*** – 21/04 a 23/06/1998 (Anexo 26).

Esta ação de formação permitiu o aprofundamento do conhecimento acerca do relevantíssimo papel do Diretor de Turma enquanto elo fundamental de ligação entre os vários docentes do conselho de turma e entre estes e os encarregados de educação. Contribuiu ainda para o debate acerca da evolução dos normativos que regulam as competências do Diretor de Turma no âmbito dos processos de administração escolar e de avaliação dos alunos.

- ***As doenças genéticas na saúde pública*** – 8/02/1999 (Anexo 27).

Ação orientada pelo Dr. Vaz Osório, do Instituto de Genética Médica Jacinto de Magalhães – Porto, que decorreu na Escola Básica 2,3 de S. João de Ponte.

- ***1.ª Jornadas de Educação – O Contexto Local na Construção do Acto Educativo*** – 15 e 16/04 de 1999 (Anexo 28).

Estas jornadas de educação tiveram o mérito de lançar localmente a discussão em torno da necessidade de repensar a educação nas várias escolas do município como algo genericamente semelhante que, ao invés de diferenciadora deverá ser sobretudo promotora de valores comuns. Trouxe ainda para a discussão a carta educativa enquanto instrumento político agregador e de planeamento do médio prazo.

- ***Encontros de Basto (2.ª Edição): A Globalização e Diversidade dos Projectos Curriculares*** – 28/04/1999 (Anexo 29).

Seminário realizado no âmbito da 6.ª edição dos Encontros de Basto que tiveram lugar em Cabeceiras de Basto.

- ***O Carvalho da Nossa Região*** – 21/03/2000 (Anexo 29).

A reflexão sobre o património natural local é, na ótica do autor, uma tarefa fundamental de qualquer professor de Ciências Naturais e este seminário ao ter como tema o carvalho da região de Fafe, que corresponde a uma das maiores manchas contínuas de carvalhos a nível nacional, contribuiu decisivamente para esse desiderato.

- ***Escola Inclusiva, um Desafio à Mudança*** – 22/03/2000 (Anexo 31).

Ação orientada pelo Dr. Jorge Barbosa, Coordenador dos Apoios Educativos da Direção Regional de Educação do Norte (DREN), realizada na Escola Secundária de Fafe.

- **2.^{as} Jornadas de Educação - Escola – Educar para a Cidadania** – 24/03/2000 (Anexo 32).

Tendo como pano de fundo a escola enquanto local plural, de muitas diversidades e de reprodução de comportamentos sociais, a presente edição das jornadas procurou trazer para o centro do debate a grande importância da escola também na formação e informação dos seus públicos, futuros cidadãos de plenos direitos e deveres.

- **Personalidades do Milénio** – 19/05/2000 (Anexo 33).

Videoconferência promovida pelos núcleos de estágio das licenciaturas em ensino, da Escola Secundária de Fafe, e proferida pelos oradores Professor Doutor Hernâni Maia, Professora Doutora Raquel Gonçalves e Professor Doutor José Manuel Mendes.

- **As TIC e a Direcção de Turma** – 21/02/2001 (Anexo 34).

Numa fase de intensa modernização administrativa também ao nível dos processos e procedimentos atinentes à Direcção de Turma se procurou a obtenção de ganhos significativos de eficiência com o recurso às novas tecnologias. Foram ações deste género que, na opinião do autor, contribuíram para uma melhor organização e mais rápida disponibilização da informação e dos processos dos alunos. A maior fiabilidade e versatilidade dos registos de assiduidade e de avaliação, a melhor organização e utilização dos contactos e da comunicação com os encarregados de educação, entre outras *modernizações*, contribuíram decisivamente para melhorar a imagem e o desempenho do Diretor de Turma e reforçar a sua relação com os encarregados de educação.

- **Dislexia – Dificuldades de Aprendizagem num Contexto de Sala de Aula** – 24/05/2000 (Anexo 35).

Ação orientada pela Doutora Helena Serra, da Universidade do Minho, realizada na Escola Secundária de Fafe.

- **Diferenciação Pedagógica/Competência no Estudo** – 23/05/2001 (Anexo 36).

Colóquio orientado pelo Dr. António Rodrigues e realizado na Escola Secundária de Fafe.

- **As TIC na Didáctica das Ciências Naturais – Iniciativa eSchola 2002** – 10/04/2002 (Anexo 37).

Esta ação de formação, surgida no âmbito do Plano de Ação *eLearning* adotado pela Comissão Europeia tendo em vista lançar pontes entre a educação e as novas tecnologias da comunicação representou mais um passo importante no sentido de uma integração cada vez mais efetiva das novas tecnologias da informação e da comunicação na sala de aula, com óbvios e mensuráveis resultados na melhoria das aprendizagens dos alunos.

- **Seminário “Qualidade da Pedagogia na Universidade”** – 5/04/2002 (Anexo 38).

Porque na altura o autor frequentava o Mestrado em Educação, especialidade em Tecnologia Educativa, não perdeu a oportunidade de estar presente neste seminário em que se o insubstituível papel do Instituto de Educação e Psicologia na formação pedagógica inicial dos futuros profissionais do ensino que obtêm as suas licenciaturas na Universidade do Minho. No mesmo fórum, e porque o tema era exatamente esse, foi amplamente debatida a qualidade pedagógica “dentro de portas” e a sua repercussão na eficiente transmissão de conhecimentos aos futuros profissionais das várias áreas.

- **As TIC na Didáctica das Ciências Naturais** – 20/02/2003 (Anexo 39).

Volvido quase um ano repetiu-se o tema da formação, embora agora no âmbito do Programa Nónio Século XXI, com a análise, aprofundamento e desenvolvimento de novas didáticas no contexto do ensino da Biologia e da Geologia com recurso e potenciação do uso das tecnologias da informação e comunicação.

- **Formação de formadores e mediadores de cursos EFA** – 7/05/2003 (Anexo 40).

Promovida pela Direção-Geral de Formação Vocacional – Unidade Regional do Norte, esta formação surge numa altura em que, fruto das políticas de educação de adultos e formação ao longo da vida, proliferavam as ofertas de formação, designadamente os cursos de Educação e Formação de Adultos (EFA) que, nesta fase, se encontravam entregues à responsabilidade de uma considerável variedade de instituições formadoras cuja estrutura e vocação de base, salvo raras exceções, pouco ou nada tinham que ver com as áreas da educação e da formação. Foi, apesar de tudo, uma experiência muito enriquecedora que possibilitou ao autor, em muitas ocasiões, ensaiar tentativas de distanciamento mental relativamente ao sistema formal de ensino, que preenchia a sua vida profissional, e encetar processos comparativos que, obviamente, sempre lhe permitiram detetar imensas diferenças mas também descobrir pequenos detalhes e estratégias que transpostas para o “ensino regular” se revelaram bastante úteis.

- **Seminário “Multimédia e Prática Docente”** – 15/05/2003 (Anexo 41).

Seminário realizado no âmbito da 6.ª edição dos Encontros de Basto que tiveram lugar em Cabeceiras de Basto.

- **Seminário “Reflectir Basto”** – 17/05/2003 (Anexo 42).

Seminário realizado no âmbito da 6.ª edição dos Encontros de Basto que tiveram lugar em Cabeceiras de Basto.

- **Aperfeiçoamento Pedagógico de Formadores** – 26/05/2003 a 10/07/2003 (Anexo 43).

Inserido na modalidade de formação contínua este curso destinado a professores e formadores visou essencialmente a obtenção da renovação do certificado de formador muito embora a relevância da formação recebida, nomeadamente nas áreas da Gestão da Formação, Sistemas de Formação, Metodologias de Formação e Tecnologias de Formação tenha resultado num contributo significativo para a implementação de novos processos e estratégias de ensino e formação.

- **Sessão de Apresentação do Plano de Formação do CFAE/FAFE para 2004** – 2/12/2003 (Anexo 44).

Numa época em que os Centros de Formação eram em maior número e, como tal, representativos de territórios educativos mais restritos, as sessões anuais de apresentação do respetivo Plano de Formação correspondiam a ocasiões de partilha e de esclarecimento para uma mais eficaz seleção de ações a frequentar.

- **Ação de formação “O Texto Técnico”** – 28/04/2004 (Anexo 45).

Ação orientada pelo docente Moreira da Silva, da Universidade do Minho, e promovida pelo Núcleo de Estágio de Português-Francês, na Escola Secundária de Fafe.

- **Seminário sobre Transgénicos** – 29/04/2004 (Anexo 46).

Atividade realizada no âmbito da “Semana da Ciência” na Escola Secundária de Fafe.

- **Workshop “Professor no Moodle”** – 25/02/2008 (Anexo 47).

Sessão promovida pelo Centro de Competência CRIE da CERCIFAFE, promovida pelo respetivo Coordenador, Dr. David Moura Azevedo.

- ***Os Novos Programas e o Ensino das Ciências Naturais*** – 13/10/2008 a 28/11/2008 (Anexo 48).

Este curso de formação, com a duração de 37h30m, decorreu na Casa do Professor, sob a modalidade de oficina de formação e possibilitou ao autor uma rápida integração das alterações principais, e respetivos propósitos, que haviam ocorrido nos programas das disciplinas de Biologia e Geologia bem como perspetivar abordagens inovadoras de determinados conteúdos programáticos. No âmbito do desenvolvimento dos trabalhos a serem apresentados aquando da avaliação final foi dado particular importância à preparação de aulas práticas laboratoriais e às saídas de campo/visitas de estudo sendo que, neste particular, consubstanciou-se numa mais-valia a elaboração de guiões de visitas de estudo no contexto do programa de Geologia do 11.º ano de escolaridade.

- ***I Encontro S.A.B.E. – “Quem lê S.A.B.E.”*** – 22/05/2010 (Anexo 49).

Sessão promovida pelo Município de Fafe no âmbito do Serviço de Apoio às Bibliotecas Escolares.

- ***Contributos para a Prática Educativa*** – 13/03 a 15/05/2013 (Anexo 50)

O presente curso de formação contou com formadores de áreas distintas e permitiu a atualização e o enriquecimento em conhecimentos e práticas diversas de acordo com os temas abordados em cada uma das sessões a seguir elencadas.

- ***Acordo ortográfico: um pretexto para a reflexão sobre as principais dificuldades ortográficas na Língua Portuguesa*** – 13/03/2013 (Anexo 51).
- ***A imagem em contexto educativo*** – 3/04/2013 (Anexo 52).
- ***Hábitos e comportamentos alimentares em contexto escolar*** – 11/04/2013 (Anexo 53).
- ***Cloud Computing*** – 17/04/2013 (Anexo 54).
- ***Educação Emocional e Gestão de Conflitos*** – 24/04/2013 (Anexo 55).

- ***Seminário de apresentação da ELO 21, Educação com Sentido(s)*** – 10/07/2014 (Anexo 56).

Sessão promovida pelo Centro de Formação Francisco de Holanda (CFFH) e realizada na Escola Secundária Francisco de Holanda.

- **COMENIUS REGIO PARTNERSHIP “Co-Creators of Change”** – 2/12 a 6/12/2013 (Anexo 57).

As parcerias *Comenius Regio*, realizadas no âmbito do Programa de Aprendizagem ao Longo da Vida (2007-2013) da União Europeia, visaram a promoção da cooperação entre as autoridades locais e regionais de diferentes países parceiros, a fim de melhorar a qualidade do ensino escolar nas respetivas regiões parceiras. Estas parcerias promoveram uma colaboração sustentável além-fronteiras e incentivaram os participantes a explorarem novas ideias, a partilharem as melhores práticas, a encontrarem soluções comuns e a reforçarem a dimensão europeia na educação escolar.

Neste contexto a Escola Secundária de Fafe, juntamente com outras instituições do concelho, estabeleceu uma parceria com instituições búlgaras sediadas na cidade de Lovech entre as quais se releva a Inspeção Regional de Educação de Meys – Lovech (RIE of MEYS – Lovech). No decurso deste intercâmbio, que incluiu também a vinda da comitiva búlgara à cidade de Fafe, foi possível estabelecer uma intensa troca de experiências entre as instituições intervenientes e a partilha em rede de boas práticas entre responsáveis escolares, valorizando as suas experiências no campo da administração pedagógica e metodologias no âmbito da Educação Pré-escolar. Muito embora a participação e intervenção diretas do autor nas atividades desta parceria tenha ocorrido ao longo dos dois anos de duração da mesma, foi durante a segunda visita a Lovech – Bulgária que, enquanto representante da Escola Secundária de Fafe, assumiu maior preponderância e destaque o seu papel, nomeadamente ao nível dos encontros/reuniões bilaterais realizadas em Lovech cujas conclusões, experiências adquiridas e práticas vivenciadas foram adequadamente valorizados e, quando melhores, adotadas.

- **Contributos para a Prática Docente** – 20/04 a 18/05/2016 (Anexo 58)

Ação realizada na Escola Secundária de Fafe sob a orientação do Dr. José Salsa e do Dr. David Azevedo.

2. Formação no domínio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)

A formação especializada frequentada no âmbito do Mestrado em Educação – Tecnologia Educativa, designadamente a conclusão da estrutura curricular do referido mestrado que conferiu ao autor a especialização em Tecnologia educativa, merece particular destaque no seio

das restantes formações adquiridas no contexto das tecnologias da informação e comunicação. Desde relativamente cedo que as competências adquiridas pelo autor nesta área se revelaram fundamentais na adoção de práticas inovadoras e na produção de materiais didáticos apelativos, adequados e atualizados para uso em sala de aula, proporcionando aos seus alunos experiências mais enriquecedoras e significativas porquanto mais apelativas, motivadoras, interativas e facilitadoras do ensino e aprendizagem em Ciências Naturais, Biologia e Geologia. Os grandes avanços tecnológicos, adaptados e adaptáveis ao ensino, ocorridos na última década do séc. XX e no início do séc. XXI exigiram ao autor, e de um modo geral a todos os agentes educativos, uma rápida atualização tendo em vista a eficiente utilização das novas ferramentas digitais em contexto de sala de aula como estratégia facilitadora das aprendizagens e adequada aos “novos tempos”.

- ***Pós-Graduação em Tecnologia Educativa*** – concluída no ano letivo 2001/2002, na Universidade do Minho (Anexo 59).

- ***Quadros Interactivos Multimédia no Ensino/Aprendizagem das Ciências Experimentais*** – 13/10/2010 a 26/10/2010 (Anexo 60).

A ação inclui-se na formação prevista no artigo 5.º da Portaria 731/2009, de 7 de julho, formação em competências pedagógicas e profissionais com TIC.

- ***Competências Digitais (Nível 1): Curso B*** – 19/05 a 2/06/2011 (Anexo 61).

A ação inclui-se na formação prevista no artigo 4.º da Portaria 731/2009, de 7 de julho, formação em competências pedagógicas e profissionais com TIC.

- ***Certificação em Competências Digitais, por reconhecimento de percurso formativo*** – 8/07/2011 (Anexo 62).

O presente certificado comprova os conhecimentos adquiridos pelo docente que lhe permitem uma utilização instrumental das TIC como ferramentas funcionais no seu contexto profissional.

- ***A utilização do Microsoft Excel na atividade docente*** – 14/04 a 12/05/2012 (Anexo 63).

Ação promovida pelo CFFH sob a orientação do formador Dr. David Wilson Azevedo.

3. Formação nas vertentes da Administração Escolar e Administração Educacional

- ***II Colóquio de Sociologia da Educação e Administração Educacional – “Educação, Diversidades e Cidadanias”*** – 29 e 30/11/2006 (Anexo 64).

Colóquio realizado na Universidade do Minho-Braga, iniciativa do Departamento de sociologia da Educação e Administração Educacional.

- **Curso de Especialização em Administração Escolar** - concluído em 7/09/2007, na Universidade do Minho (Anexo 65).

- ***Autonomia e Liderança das Escolas*** – 25/01/2010 (Anexo 66).

Seminário organizado pelo Conselho de Escolas no Fórum da Maia.

- ***Auto-Avaliação das Escolas – Contributos Teórico-Práticos*** – 28/01/2010 (Anexo 67).

Seminário organizado pelo CFFH tendo participado como oradores o Doutro Eusébio André Machado, da Universidade Portucalense, a Dr.^a Adelina Pinto, consultora do CFFH, e o Dr. Serafim Correia, coordenado do projeto de avaliação em rede – PAR.

- ***Liderança Escolar*** – 12/01 a 28/05/2011 (Anexo 68).

Ação de formação realizada no Instituto de Educação (IE) da Universidade do Minho, com uma duração de 50 horas, que contou com um diversificado leque de formadores, todos docentes do IE.

- ***2.º Ciclo de Seminários de Aprofundamento em Administração e Organização Escolar: Sucesso Escolar, Indisciplina, Motivação, Direção de Escolas e Política Educativa.*** (Promovido pela Faculdade de Educação e Psicologia da Universidade Católica Portuguesa – Porto)

- ***Indisciplina escolar, motivação e o ensinar a quem não quer aprender*** – 22/02/2012 (Anexo 69).
- ***Equipas educativas e desenvolvimento das organizações educativas*** – 28/03/2012 (Anexo 70).
- ***A direção das escolas e as melhorias de processos e resultados educativos*** – 24/04/2012 (Anexo 71).

- **Dirigir e gerir mega-agrupamentos: desafios e estratégias** – 16/05/2012 (Anexo 72).

- **Administração e Gestão das Escolas – Gerir, Liderar e Melhorar** – 9/05 a 6/06/2014 (Anexo 73).

Ação promovida pelo CFFH sob a orientação do formador Doutor Eusébio André Costa Machado.

4. Formação ministrada

- **Informática (310h)** – 09/1999 a 07/2002 (Anexo 74).

- **Curso EFA, Serviços Pessoais e à Comunidade, I. Q. Geriatria – Tecnologias de Informação e Comunicação** – 05/2003 a 05/2004 (Anexo 75).

- **Curso EFA, Têxtil e Vestuário, I. Q. Costureira Modista – Tecnologias de Informação e Comunicação** – 06/2004 a 09/2005 (Anexo 76).

- **Sensibilização Ambiental (20h), Educação para a Saúde (12h) e Igualdade de Oportunidades (4h)** – 2004 (Anexo 77).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Popp, T. (2010). Man, The Drynker. *The Pennsylvania Gazette*. 108(3), 34-41.
2. Franco, B. e Landgraf, M. (1996). *Microbiologia dos Alimentos*. Atheneu. São Paulo, Brasil.
3. Najafpour, G. D. (2007). *Biochemical Engineering and Biotechnology*. Amsterdam: Elsevier.
4. Atkinson, B. (1974). *Reactores bioquímicos*. Sevilla: Publicaciones Digitales, S. A.. [Edição em espanhol(2002)]
5. Borém, A. (2005). A história da biotecnologia. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, VIII(34), 10-12.
6. Pasteur, M. L. (1875). *Études sur le vin*. (2.^a Ed.). Paris : Librairie F. Savy.
7. Pasteur, M. L. (1876). *Études sur la bière*. Paris: Gauthier-Villars.
8. Libkind, D., Hittinger, C. T., Valério, E., Gonçalves, C., Doverb, J., Johnston, M., Gonçalves, P., & Sampaio, J. P. (2011). Microbe domestication and the identification of the wild genetic stock of lager-brewing yeast. *PNAS*. 108 (35), 14539-44. DOI: 10.1073/pnas.1105430108
9. Willey, J. M., Sherwood, L. M., & Woolverton, C. J. (2014). *Prescott's Microbiology*. (9.^a Ed.). New York: McGraw-Hill.
10. Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. V., & Clark, D. P. (2010). *Microbiologia de Brock*. (12.^a Ed.). Porto Alegre: Artmed Editora SA.
11. Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2012). *Microbiologia*. (10.^a Ed.). Porto Alegre: Artmed Editora SA.
12. Innis, M. A., Myambo, K. B., Gelfand, D. H., & Brow, M. A. (1988). DNA sequencing with *Thermus aquaticus* DNA polymerase and direct sequencing of polymerase chain reaction-amplified DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 85(24), 9436–40.
13. Rachinski, S., Carubelli, A., Mangoni, A. P., & Mangrich, A. S. (2009). Pilhas de Combustíveis Microbianas Utilizadas na Produção de Eletricidade a Partir de Rejeitos Orgânicos: Uma Perspectiva de Futuro. *Química Nova*, 33(8), 1773-78.
14. Rabaey, K., & Verstraete, W. (2005). Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *Trends in Biotechnology*, 23(6), 291-298.
15. Jackson, D. A., Symons, R. H., & Berg, P. (1972). Biochemical Method for Inserting New Genetic Information into DNA of Simian Virus 40: Circular SV40 DNA Molecules Containing Lambda Phage Genes and the Galactose Operon of Escherichia coli. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 69(10), 2904–2909.

16. Cohen, S. N., Chang, A. C. Y., Boyer, H. W., & Helling, R. B. (1973). Construction of Biologically Functional Bacterial Plasmids In Vitro. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 70(11), 3240–44.
17. Chemical Heritage Foundation. Boyer's Work with rDNA and Bacteria. Disponível em <http://www.chemheritage.org/discover/online-resources/chemistry-in-history/themes/pharmaceuticals/preserving-health-with-biotechnology/berg-boyer-cohen.aspx>. (Consultado em 31/05/2016).
18. Genome News Network. Genetics and Genomics Timeline. Disponível em http://www.genomenewsnetwork.org/resources/timeline/1973_Boyer.php. (Consultado em 31/05/2016).
19. Raven, P. H., Johnson, G. B., Mason, K. A., Losos, J. B., & Singer, S. S. (2008). *Biology*. (8.ª Ed.). Boston: McGraw-Hill Higher Education.
20. Profiles in Science – U.S. National Library of Medicine (2016, maio 31). The Paul Berg Papers – Recombinant DNA Technologies and Researchers Responsibilities, 1973-1980. Disponível em <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/retrieve/Narrative/CD/p-nid/260>. (Consultado em 31/05/2016).
21. Morrow, J. F., Cohen, S. N., Chang, A. C. Y., Boyer, H. W., Goodman, H. M., & Helling, R. B. (1974). Replication and Transcription of Eukaryotic DNA in *Escherichia coli*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71(5), 1743–47.
22. Lacroix B, & Citovsky V. (2016). Transfer of DNA from bacteria to eukaryotes. *mBio*, 7(4):e00863-16.
23. Itakura, K., Hirose, T., Crea, R., Riggs, A. D., Heyneker, H. L., Bolivar, F., & Boyer, H. W. (1977). Expression in *Escherichia coli* of a chemically synthesized gene for the hormone somatostatin. *Science*, 198(4321), 1056-63.
24. Goeddel, D. V., Kleid, D. G., Bolivar, F., Heyneker, H. L., Yansura, D. G., Crea, R., Hirose, T., Kraszewski, A., Itakura, K., & Riggs, A. D. (1979). Expression in *Escherichia coli* of chemically synthesized genes for human insulin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 76(1), 106–110.
25. Cooper, G. M. & Hausman, R. E. (2007). *The cell: a molecular approach*. (4.ªEd.). Washington: ASM Press.
26. Aragão, F. J. L. (2009). Engenharia genética – Estado da arte. In: Faleiro, F. G., & Andrade, S. R. M. (Eds.). (2009). *Biotechnology, Transgênicos e Biossegurança* (pp. 32-48).
27. Johnson, I. S. (1983). Human insulin from recombinant DNA technology. *Science*, 219(4585), 632-637.
28. Altman, L. K. (1982, October 30). A new insulin given approval for use in U.S. [artigo de jornal]. Disponível em <http://www.nytimes.com/1982/10/30/us/a-new-insulin-given-approval-for-use-in-us.html?pagewanted=print>. (Consultado em 8/06/2016).

29. Nielsen, J. (2012). Production of biopharmaceutical proteins by yeast. Advances through metabolic engineering. *Bioengineered*, 4(4), 207–211.
30. Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W., & Lima, U.A. (2001). *Biotecnologia industrial* (volume 3). São Paulo: Editora Edgard Blucher.
31. Mussatto, S.I., Fernandes, M., & Milagres, M.F. (2007). Enzimas. Poderosa ferramenta na indústria. *Revista Ciência Hoje*, 41(242), 29-33.
32. Crawford, R.L. & Crawford, D.L. (Eds.) (1998). *Bioremediation: Principles and Applications*. New York: Cambridge University Press.
33. Wasilkowski, D., Swędzioł, Z. & Mroziak, A. (2012). The applicability of genetically modified microorganisms in bioremediation of contaminated environments. *Chemik 2012*, 66(8), 822-826.
34. Sharma, A., Pankaj, B., Khatri, P., Gangola, S., & Kumar, G. (2016). Bioremediation of Industrial pollutants. In R. N. Bharagava (Ed.), *Microbial Degradation of Pesticides for Environmental Cleanup* (pp. 178-205). New Delhi: Write & Print Publications.
35. Trögl, J., Chauhan, A., Ripp, S., Layton, A. C., Kuncová, G., & Sayler, G. S. (2012). *Pseudomonas fluorescens* HK44: Lessons Learned from a Model Whole-Cell Bioreporter with a Broad Application History. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 12(2), 1544–71.
36. Gaylarde, C. C., Bellinaso, M. L., & Manfio, G. P. (2005). Biorremediação. Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, 34, 36-43.
37. Ray, Bibek (2005). *Fundamental food microbiology*. (3.ª Ed.). New York: CRC PRESS.
38. Pandey, L., Larroche, C., & Soccol, C. R. (2013). General considerations about solid-state fermentation process. In A. Pandey, C. R. Soccol, & C. Larroche (Ed.s), *Current developments in solid-state fermentation* (pp. 13-25). New Delhi: Asiatech Publishers, Inc.
39. Campbell-Platt, G. (1987). *Fermented Foods of the World: A Dictionary and Guide*. London: Butterworths.
40. Bíblia Sagrada. (13.ª Ed.) (1986). Lisboa: Difusora Bíblica.
41. Vitti, P. (2001). Pão. In: Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W., & Lima, U. A. (Eds.), *Biotecnologia Industrial (Vol. 4): biotecnologia na produção de alimentos*. (pp. 365-386). São Paulo: Blücher.
42. Sales, S. (2010). O culto do pão. (Master's thesis, Escola Superior de Educação de Bragança).
43. Jacob, H. E. (2003). *6000 anos de pão*. Lisboa: Editora Antígona.
44. Ramos, M.. *O pão nosso de cada dia*. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=817&sid=7> (Consultado em 28/06/2016).

45. Panificação - os ingredientes enriquecedores. (2009). *Food ingredients Brasil*, 22-27. Disponível em <http://www.revista-fi.com/materias/114.pdf> (Consultado em 28/06/2016).
46. Shimura, Rogério (2011, junho 25). *Fermentos e fermentação*. Disponível em <https://rogerioshimura.wordpress.com/2011/06/25/fermentos-e-fermentacao/> (Consultado em 28/06/2016).
47. Silva, K. A. C. (2014). Principais Enzimas como Aditivos na Indústria da Panificação. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo. Brasil
48. Tulha, J., Carvalho, J., Armada, R., Faria-Oliveira, F., Lucas, C., Pais, C., Almeida, J., & Ferreira, C. (2011). *Yeast, the man's best friend*. Braga: University of Minho. Disponível em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/16055/1/Yeast,%20the%20man%E2%80%99s%20best%20friend.pdf> (Consultado em 30/06/2016).
49. Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W., & Lima, U.A. (2008). *Biotecnologia industrial* (volume 4). São Paulo: Editora Edgard Blucher.
50. Cavalieri, D., McGovern, P. E., Hartl, D. L., Mortimer, R., & Polsinelli, M. (2003). Evidence for *S. cerevisiae* Fermentation in Ancient Wine. *Journal of Molecular Evolution*, 57(Suppl 1), S226-S232.
51. Jackson, R. S. (2008). *Wine Science – Principles and Applications (3.ª Ed.)*. Canada: Academic Press (Elsevier).
52. Estreicher, S. K. (2006). *Wine: from Neolithic times to the 21st century*. New York: Algora Publishing.
53. Amerine, M. A. (1964). Wine. *Scientific American*, 211(2), 46-56.
54. Sáenz, M. O. (2014). *Diversidad de levaduras no-Saccharomyces en diferentes ecosistemas vitivinícolas*. Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja, Espanha.
55. Spadari, L. (2013). Influência da cepa de levedura na composição de vinhos espumantes elaborados pelo método tradicional. Tese de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul, Brasil.
56. Ribereau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *Handbook of enology (Volume 1). The microbiology of wine and vinification. (2nd Edition)*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
57. Barnett, James A. (2003). A history of research on yeasts 5: the fermentation pathway. *Yeast Review*, 20(6), 509–43.
58. Crabtree, H. G. (1929). Observations on the carbohydrate metabolism of tumours. *Biochemical Journal*, 23(3), 536–45.
59. Zamora, F. (2009). Biochemistry of Alcoholic Fermentation. In M. Moreno-Arribas, & M. Polo (Eds.), *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 3-26). New York: Springer Science+Business Media.

60. Swiegers, J. H., Bartowsky, E. J., Henschke, P. A., & Pretorius, I. S. (2005). Microbial modulation of wine aroma and flavor. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(2), 139-173.
61. Mateus, M. V. (2013). *Estudo do desempenho fermentativo de leveduras do vinho em cultura pura e mista*. Tese de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
62. Osborne, J.P., & Edwards, C.G. (2005). Bacteria important during winemaking. *Advances in Food and Nutrition Research*, 50, 139-77.
63. Hutkins, R. W. (2006). Cheese. In R. W. Hutkins (Ed.), *Microbiology and Technology of Fermented Foods* (pp. 145-206). Oxford: Blackwell Publishing.
64. Bandeira, P. (2010). *Desenvolvimento de um Queijo Fresco de Cabra com Contribuição da Fermentação Láctica*. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
65. Mahaut M., Jeantet, R., Brulé, G., & Schuck, P. (2000). *Les produits industriels laitiers*. Paris: Tec & Doc.
66. Maganha, M. (2006). Produtos lácteos. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos (Série P+L). São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP.
67. Abreu, M. (2014). *O Potencial Bioativo do Soro de Queijo após Fermentação Láctica - Comparação de Diferentes Tipos de Soro*. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa.
68. Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*. Maryland: Aspen Publishers Inc.
69. Naidu, A. S., Bidlack, W. R., & Clemens, R. A. (1999). Probiotic Spectra of Lactic Acid Bacteria (LAB). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(1), 13-126.
70. Todescatto, C. (2014). *Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da Mesorregião Sudoeste do Paraná*. Tese de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
71. R. Fernandes (Ed.) (2009). *Microbiology handbook dairy products*. Cambridge: Leatherhead Publishing.
72. De Angelis, M., Gobbetti, M. (2011). Lactobacillus spp.: General Characteristics. In J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences (Vol. 3)* (pp. 78-90). London: Academic Press.
73. Maio, M. (2010). *Uma abordagem de metabolómica no estudo comparativo do metabolismo de glucose e galactose no patogénico humano Streptococcus pneumoniae*. Tese de Mestrado, Universidade do Algarve.
74. Langholm Jensen, J., Mølgaard, A., Navarro Poulsen, J.-C., Harboe, M. K., Simonsen, J. B., Lorentzen, A. M., Hjernø, K., van den Brink, J. M., Qvist, K. B., & Larsen, S. (2013). Camel

- and bovine chymosin: the relationship between their structures and cheese-making properties. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 69(Pt 5), 901–913.
75. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial e Instituto Nacional dos Resíduos (2001). Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (Guia Técnico Sectorial – Indústria de Lacticínios). Lisboa.
 76. Costa, D. C. (2011). *Caracterização e Tratamento de Efluentes Resultantes da Actividade de Produção de Queijo*. Tese de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.
 77. Bamforth, C. W. (2005). *Food, Fermentation and Micro-organisms*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
 78. Adams, M. R, & Moss, M. O. (2008). *Food Microbiology (3.ª ed)*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
 79. Caplice, E., Fitzgerald, G.F. (1999). Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*. 50 (1-2), 131-49.
 80. Aidoo, K. E. & Robert Nout, M. J. (2010). Functional Yeasts and Molds in Fermented Foods and Beverages. In J. P. Tamang, & K. Kailasapathy (Eds.), *Fermented Foods and Beverages of the World* (pp. 127-48). Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
 81. Doyle, M. P. & Meng, J. (2006). Bacteria in Food and Beverage Production. In M. Dworkin, S. Falkow, E. Rosenberg, K. Schleifer, & E. Stackebrandt (Eds.), *The Prokaryotes Volume 1 (3ª Ed.)* (pp. 797–811). New York: Springer Science+Business Media, Inc..
 82. Bourdichon, F., Casaregola, S., Farrokh, C., Frisvad, J. C., Gerds, M. L., Hammes, W. P., Harnett, J., Huys, G., Laulund, S., Ouwehand, A., Powell, I. B., Prajapati, J. B., Seto, Y., Schure, E. T., Boven, A., Vankerckhoven, V., Zgoda, A., Tuijtelaars, S., & Hansen, E. B. (2012). Food fermentations: Microorganisms with technological beneficial use. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3), 87–97.
 83. Tamang, J. P. (2010). Diversity of fermented foods. In J. P. Tamang, & K. Kailasapathy (Eds.), *Fermented Foods and Beverages of the World* (pp. 127-48). Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
 84. Fox, R. J., & Huisman, G. W. (2008). Enzyme optimization: moving from blind evolution to statistical exploration of sequence–function space. *Trends in Biotechnology*, 26(3), 132-38.
 85. H. Feldmann (Ed.) (2012). *Yeast: Molecular and Cell Biology (2ª Ed.)*(p. 1). Weinheim: Wiley-Blackwell.
 86. Walker, G. M. (2012). Yeasts. In M. Schaechter (Ed.), *Eukaryotic Microbes* (pp. 3-18). Oxford: Academic Press / Elsevier.
 87. Levin, R. E. (2006). Food Microbiology. In K. Shetty, G. Paliyath, A. Pometto, & R. E. Levin (Eds.), *Food Biotechnology (2ª Ed.)* (pp. 8-22). Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.

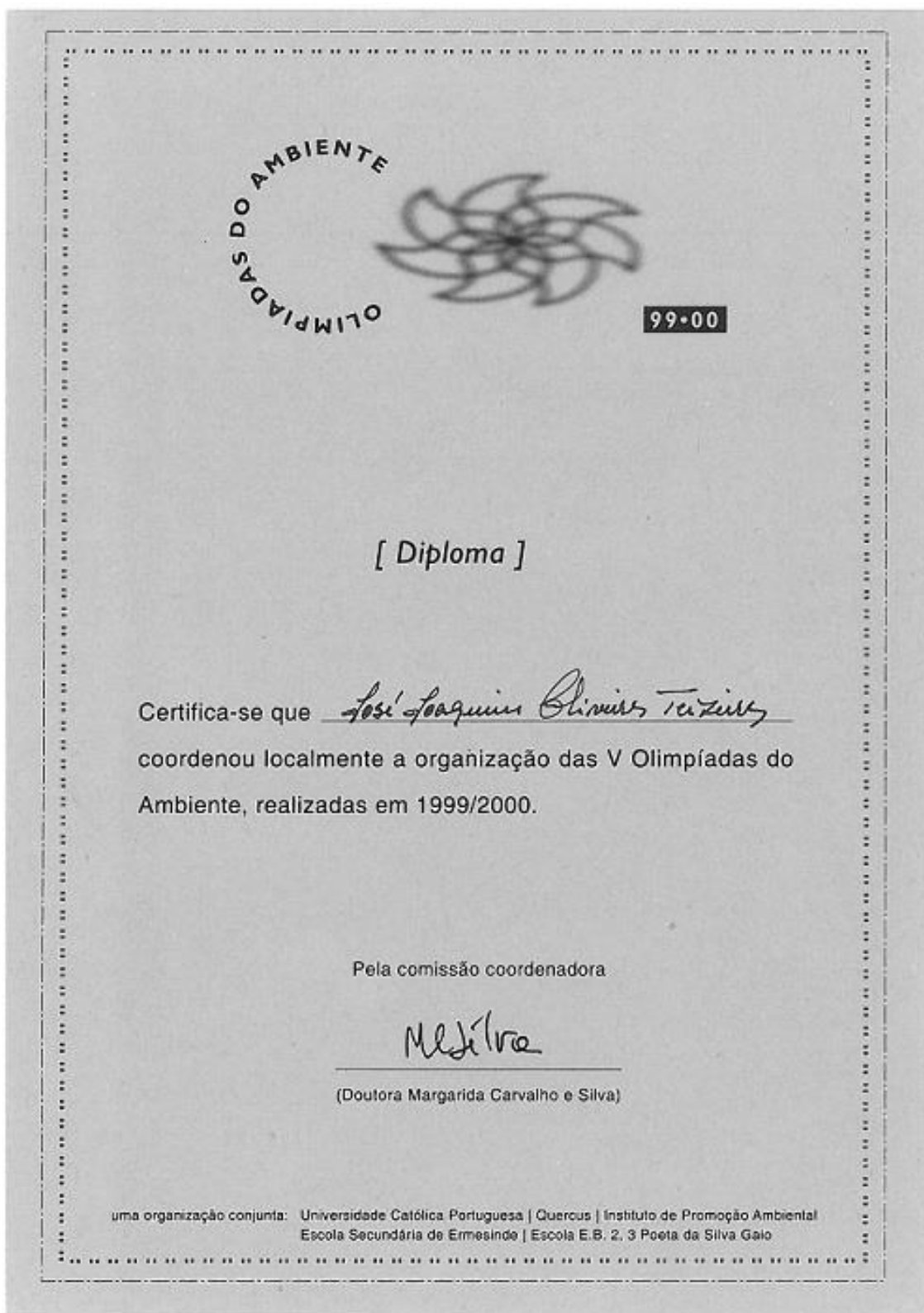
88. Walker, G. M. (1997). *Yeast Physiology and Biotechnology*. London: John Wiley and Sons.
89. Roman, H. (1986). The Early Days of Yeast Genetics: A Personal Narrative. *Annual Rev. Genet.*, 20, 1-12.
90. Waites, M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., Higton, G. (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*. London: Blackwell Science Ltd.
91. Steensels, J., Snoek, T., Meersman, E., Nicolino, M. P., Voordeckers, K. & Verstrepen, K. J. (2014). Improving industrial yeast strains: exploiting natural and artificial diversity. *FEMS Microbiol Rev*, 38(5), 947–95.
92. Akbarzadeh, A., Siadat, S., Zamani, M., Motallebi, M., Tashnizi, M. (2013). Comparison of biochemical properties of recombinant endoglucanase II of *Trichoderma reesei* in methylotrophic yeasts, *Pichia pastoris* and *Hansenula polymorpha*. *Progress in Biological Sciences*, 3(1), 97-111.
93. ENEI 2014-2020 (2014). Documento de Trabalho n.º 2 - Diagnóstico de Apoio às Jornadas de Reflexão Estratégica. Eixo Temático 4 – Recursos Naturais e Ambiente. FCT – Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.
94. FoodDrink Europe (2016). Data & Trends, EU Food and Drink Industry, 2016. Brussels: Belgium.
95. Federação das Indústrias Portuguesas Agro-alimentares (2015). Um Compromisso Nacional para a Indústria Agroalimentar. Prioridades Estratégicas. Lisboa: FIPA.
96. Estudo Sectores Portugal basic da DBK (3.ª Ed.) (2016). Panificação e Pastelaria Industriais. Lisboa: Informa D&B.
97. Instituto da Vinha e do Vinho (2016). *Informação de Mercado*, Edição n.º 1/2016. Lisboa: IVV.
98. Instituto da Vinha e do Vinho (2015). *Vinhos e Aguardentes de Portugal. Anuário 2015*. Lisboa: IVV
99. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2016). *Elements de Conjoncture Mondiale – Avril 2016*. OIV.
100. Instituto Nacional de Estatísticas (2016). *Estatísticas Agrícolas 2015*. Lisboa : INE.
101. Fleet, G. H. (2006). The Commercial and Community Significance of Yeasts in Food and Beverage. In A. Querol, & G. H. Fleet (Eds.), *Yeasts in Food and Beverages* (pp. 1-12). Berlin: Springer-Verlag.
102. Bekatorou, A., Psarianos, C., & Koutinas, A. A. (2006). Production of Food Grade Yeasts. *Food Technol. Biotechnol.*, 44 (3) (407–415).
103. Srividya, A. R., Vishnuvarthan, V. J., Murugappan, M., Dahake, P. G. (2013). Single Cell Protein- A Review. *International Journal for Pharmaceutical Research Scholars (IJPRS)*, 2(4), 472-85.

104. Abbas, C. A. (2006). Production of Antioxidants, Aromas, Colours, Flavours, and Vitamins by Yeasts. In A. Querol, & G. H. Fleet (Eds.), *Yeasts in Food and Beverages* (pp. 285-334). Berlin: Springer-Verlag.
105. Defelice, S. L. (1995). The nutraceutical revolution: its impact on food and industry R & D. *Trends Food Science and Technology* 6(2), 59-61.
106. Wang, J., Guleria, S., Koffas, M. G., & Yan, Y. (2016). Microbial production of value-added nutraceuticals. *Current Opinion in Biotechnology*, 37, 97–104.
107. Badaró, A. L., Guttierrez, A. M., Rezende, A. V., & Stringheta, P. C. (2008). Alimentos probióticos: Aplicações como promotores da saúde humana – parte 1. *Revista Digital de Nutrição*, 2(3).
108. Nielsen, J. (2013). Production of biopharmaceutical proteins by yeast: Advances through metabolic engineering. *Bioengineered*, 4(4), 207–11.
109. Vogl, T., Hartner, F. S., & Glieder, A. (2013). New opportunities by synthetic biology for biopharmaceutical production in *Pichia pastoris*. *Current Opinion in Biotechnology*, 24(6), 1094–1101.
110. Ferrer-Miralles, N., Domingo-Espín, J., Corchero, J. L., Vázquez, E., & Villaverde, A. (2009). Microbial factories for recombinant pharmaceuticals. *Microbial Cell Factories*, 8(17).
111. Huang, M., Bao, J., & Nielsen, J. (2014). Biopharmaceutical protein production by *Saccharomyces cerevisiae*: current state and future prospects. *Pharmaceutical Bioprocessing*, 2(2), 167–182.
112. Breitling, R. e Takano, E. (2015). Synthetic biology advances for pharmaceutical Production. *Current Opinion in Biotechnology*, 35(C), 46–51.
113. Hou, J., Tyo, K. E., Liu, Z., Petranovic, D., & Nielsen, J. (2012). Metabolic engineering of recombinant protein secretion by *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Res.*, 12(5), 491–510.
114. Kim, H., Yoo, S. J., & Kang, H. A. (2015). Yeast synthetic biology for the production of recombinant therapeutic proteins. *FEMS Yeast Research*, 15(1), 1–16.
115. Batista, R. (2012). Biossegurança dos Alimentos Geneticamente Modificados. In S. Nuncio, A. Pelerito, & R. Cordeiro, *Workshop Biossegurança: Situação em Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge IP.
116. Committee on Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects; Board on Agriculture and Natural Resources; Division on Earth and Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects*. Washington, DC: National Academies
117. James, C. (2015). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015*. ISAAA Brief N.º 51. New York: ISAAA.

118. European Commission (2016). EU Register of authorised GMOs. Disponível em http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm (Consultado em 29/11/2016).
119. Comissão Europeia (2015). *Ficha informativa: Perguntas e respostas sobre as políticas da UE em matéria de OGM. MEMO/15/4778*. Disponível em http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_pt.htm (Consultado em 29/11/2016).
120. Aerni, P. (2015). Agricultural Biotechnology and Public Attitudes: An Attempt to Explain the Mismatch between Experience and Perception. In R. R. Watson, & V. R. Preedy, *Genetically Modified Organisms in Food: Production, Safety, Regulation and Public Health* (pp.149-158). Oxford: Academic Press/Elsevier.
121. Arya, D. (2015). *Genetically Modified Foods: Benefits and Risks*. Massachusetts Medical Society.
122. World Health Organization (2014). Frequently asked questions on genetically modified food. Disponível em http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/Frequently_asked_questions_on_gm_foods.pdf?ua=1. (Consultado em 29/11/2016).
123. European Commission (2010). *A decade of EU-funded GMO research (2001 - 2010)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Disponível em http://europa.eu/rapid/press-release_IP-10-1688_en.htm.(Consultado em 29/11/2016).
124. European Commission (2010). *Europeans and Biotechnology in 2010. Winds of change ?* Luxembourg: Publications Office of the European Union. Disponível em http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf (Consultado em 1/12/2016).
125. Makhoul, M. (2013). *The International Trade: Dispute over GMO's before the WTO: Causes and Consequences*. Master's thesis, University of London.
126. Convention on Biotechnological Diversity. The Cartagena Protocol on Biosafety. Disponível em <http://bch.cbd.int/protocol> (Consultado em 1/12/2016).
127. Delgadillo, I. (2015). Biotecnologia Alimentar. *Boletim de Biotecnologia*, 2(6), 3-4.

Anexos

Anexo 1 – Diploma de coordenação local das V Olimpíadas do Ambiente em 1999/2000.



Anexo 2 – Declaração comprovativa da coordenação do Projeto de Promoção e Educação para a Saúde (PES) nos anos letivos 2007/2008 e 2008/2009.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou a função de Coordenador do Projeto de Promoção e Educação para a Saúde (PES) na Escola Secundária de Fafe nos anos letivos 2007/2008 e 2008/2009.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª


Anexo 3 – Desempenho do cargo de Representante do Grupo disciplinar de Biologia e Geologia no ano letivo 1997/1998.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, declara, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que José Joaquim Oliveira Teixeira, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, desempenhou o cargo de Representante de Grupo Disciplinar na Escola EB 2,3 de Gandarela no ano letivo 1997/1998. -----

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª


Anexo 4 – Desempenho do cargo de Delegado do Grupo Disciplinar de Biologia e Geologia nos anos letivos 1999/2000 e 2000/2001.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou as funções de Delegado de Grupo Disciplinar de Biologia e Geologia, na Escola Secundária de Fafe, nos anos letivos 1999/2000 e 2000/2001.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas.

..... Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 5 – Desempenho do cargo de Coordenador do Departamento Curricular de Ciências Físico-químicas e Naturais nos anos letivos 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou as funções de Representante do Departamento Curricular de Ciências Físico-Químicas e Naturais, na Escola Secundária de Fafe, nos anos letivos 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas.

.....
..... Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 6 – Desempenho do cargo de Vice-Presidente do Conselho Executivo no ano letivo 2003/2004.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou o cargo de Vice-Presidente do Conselho Executivo da Escola Secundária de Fafe no ano letivo 2003/2004.** -----

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 7 – Desempenho do cargo de Subdiretor da Escola Secundária de Fafe nos anos letivos 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou o cargo de Subdiretor da Escola Secundária de Fafe nos anos letivos 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012, tendo durante todo esse período de tempo desempenhado também o cargo de Vice-Presidente do Conselho Administrativo da referida escola.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autenticado com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 8 – Desempenho do cargo de Subdiretor da Comissão Administrativa Provisória do Agrupamento de Escolas de Fafe em 2012/2013.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenhou o cargo de Subdiretor na Comissão Administrativa Provisória (CAP) do Agrupamento de Escolas de Fafe no ano letivo 2012/2013, tendo durante esse período de tempo desempenhado também o cargo de Vice-Presidente do Conselho Administrativo da referida CAP.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas.

.....

..... Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


 Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 9 – Desempenho do cargo de Subdiretor do Agrupamento de Escolas de Fafe desde 2013/2014.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos e na sequência da consulta do respetivo registo biográfico, que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **desempenha o cargo de Subdiretor do Agrupamento de Escolas de Fafe desde o ano letivo 2013/2014, assim como o cargo de Vice-Presidente do Conselho Administrativo.** -----

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 10 – Acompanhamento e supervisão do Projeto Escola Eletrão.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE



DECLARAÇÃO

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, declara, para os devidos e legais efeitos, que José Joaquim Oliveira Teixeira, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, enquanto Subdiretor do Agrupamento de Escolas de Fafe acompanhou e supervisionou as atividades inerentes às várias etapas da execução do “Projeto Escola Eletrão” que decorreram ao longo do ano letivo 2010/2011.

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora

Maria Natália Carvalho Correia
 Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª

Anexo 11 – Quantidade de REEE recolhidos no âmbito do Projeto Escola Electrão.



Agrupamento de Escolas de Fafe <directora.esfafe@gmail.com>

REEE recolhidos

Escola Electrão <geral@escolaelectrao.pt>
Para: "directora.esfafe" <directora.esfafe@gmail.com>

28 de abril de 2011 às 18:19

Caro(a) Professor(a)

Terminado o período de participação na vertente dinâmica do projecto Escola Electrão temos o maior prazer em divulgar a quantidade de REEE reunidos pela sua comunidade escolar:

Escola Secundária de Fafe - 4008 kg de REEE

Esta informação é de carácter definitivo e servirá de base à atribuição final dos prémios às escolas vencedoras, sendo que serão distribuídos 11 prémios por cada Grupo (3 grandes prémios absolutos, 3 grandes prémios per capita e 5 prémios de incentivo).

A revelação das escolas vencedoras e a atribuição dos prémios acontecerá na Sessão Switch Off, no dia 31 de Maio no CCB.

Desde já, o nosso obrigado pelo vosso esforço e parabéns pelo resultado alcançado.

Cumprimentos,
Equipa Escola Electrão

Anexo 12 – Coordenação do Projeto TALIS - *Teaching and Learning International Survey*.

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE

**DECLARAÇÃO**

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, **declara**, para os devidos e legais efeitos, que José Joaquim Oliveira Teixeira, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, **coordenou, ao nível da Escola Secundária de Fafe, o Estudo Principal do Projeto TALIS - Teaching and Learning International Survey que decorreu no ano letivo 2012/2013.**

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----

..... Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 13 – Participação e acompanhamento do Estudo PISA 2012.



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE

**DECLARAÇÃO**

Maria Natália Carvalho Correia, Diretora do Agrupamento de Escolas de Fafe, no uso das competências que lhe estão atribuídas por Lei, declara, para os devidos e legais efeitos, que José Joaquim Oliveira Teixeira, titular do cartão de cidadão n.º 09867596, docente do Quadro do Agrupamento de Escolas de Fafe no Grupo Disciplinar 520 - Biologia e Geologia, enquanto Subdiretor do Agrupamento de Escolas de Fafe, foi o responsável pelo acompanhamento e apoio ao desenvolvimento do Estudo PISA (Programme for International Student Assessment) 2012, ao nível do Agrupamento de Escolas, em articulação com a coordenadora local e a entidade organizadora do estudo. -----

Por ser verdade, e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração que dato, assino e autentico com o carimbo em uso neste Agrupamento de Escolas. -----


----- Fafe, 11 de janeiro de 2017

A Diretora


Maria Natália Carvalho Correia, Dr.ª



Anexo 14 – Guião da visita ao Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros/Algar do Pena/Centro Ciência Viva do Alviela – Carsoscópio





AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE

Biologia e Geologia - Física e Química A
11º Ano

AULA DE CAMPO
Rochas Sedimentares – arquivos históricos da Terra
GUIÃO


Parque Natural da Serra d’Aire e Candeeiros





Algar do Pena

Coordenadas GPS 39° 30' 42" N, 8° 47' 58" W



CENTRO CIÊNCIA VIVA DO ALVIELA

7 e 15 de abril

“ Conhece e compreende... ”

INTRODUÇÃO

As rochas sedimentares, quer pela estratificação, quer pelo conteúdo fossilífero que possam conter, são verdadeiros arquivos da história da Terra. Da sua leitura e interpretação podem inferir-se alguns dos acontecimentos que afetaram a história geológica de uma região.

No âmbito do estudo deste tipo de rochas é particularmente interessante a paisagem cárstica. O termo **cársico** é um termo geomorfológico que se aplica a regiões onde ocorrem rochas carbonatadas (calcários, dolomitos). Estas regiões apresentam uma morfologia superficial muito peculiar resultante de dois fenómenos, o segundo consequência do primeiro: dissolução dos calcários pela água e passagem dum regime de circulação superficial para um regime de circulação subterrânea.

A ação das águas como agente físico-químico modelador dos calcários origina uma diversidade de formas de relevo características a que no seu conjunto chamamos, então, relevo ou modelado cárstico. De entre essas formas destacam-se, a nível superficial, os campos de *laplôs* e as dolinas. A nível subterrâneo destacam-se os algarves: aberturas naturais verticais, com dezenas de metros e que por vezes se desenvolvem em profundidade por sistemas de galerias, salas e poços que, no seu conjunto, formam aquilo a que chamamos grutas.

P2

OBJETIVOS DA AULA DE CAMPO

- Analisar situações problema relacionadas com aspetos de ordenamento do território e de risco geológico;
- Observar ambientes sedimentares e visualizar rochas no seu contexto natural;
- Compreender a importância das rochas sedimentares na reconstituição da história da Terra e da Vida;
- Compreender os fundamentos da datação relativa das rochas e estruturas geológicas;
- Desenvolver atitudes de valorização do património geológico e dos recursos hídricos cársticos;
- Identificar rochas sedimentares;
- Compreender a génese dos calcários;
- Relacionar as características das rochas com as condições de formação;
- Compreender a importância patrimonial das grutas e o seu papel funcional no transporte e armazenamento de água subterrânea;
- Inserir as grutas no contexto geográfico e geológico das regiões cársticas típicas;
- Promover as relações interpessoais entre os intervenientes.

DATA: 7 e 15 de abril de 2015

DESTINATÁRIOS: alunos das turmas A, B, C, D, E, F, G e H do 11º Ano.

DESLOCAÇÃO: Alviela

REGULAMENTO DA VISITA

- Fazer-se munir do material necessário;
- Cumprir as regras de civismo;
- Acatar as recomendações dos professores acompanhantes e as dos guias dos locais a visitar;
- Não pôr em perigo a sua integridade física nem a dos outros;
- Solicitar a ajuda dos professores sempre que necessário.

AVALIAÇÃO DOS ALUNOS:

- Observação direta das atitudes dos alunos na aula de campo;
- Recolha de informação durante a aula de campo;
- Elaboração de relatório, em grupo, da aula de campo.

PROGRAMA DA AULA DE CAMPO
7 de abril/15 de abril
Grupo A (D→E/A+B)

06.00 h	- Saída da Escola
10.00 h	- Visita guiada ao Carsoscópio mais percurso pedestre
13.00 h	- Almoço
14.00 h	- Chegada ao CIGAP visualização de uma apresentação de enquadramento, Visita guiada à Gruta do Algar do Pena
21.00 h	- Chegada prevista à Escola

Grupo B (C+H/F+G)

06.00 h	- Saída da Escola
10.00 h	- Chegada ao CIGAP visualização de uma apresentação de enquadramento Visita guiada à gruta do Algar do Pena
13.00 h	- Almoço
14.00 h	- Visita guiada ao Carsoscópio mais percurso pedestre
21.00 h	- Chegada prevista à Escola

ITINERÁRIO
Escola Secundária de Fafe → Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros → Escola Secundária de Fafe

CARSOSCÓPIO – Centro Ciência Viva do Alviela
Localização: Praia Fluvial dos Olhos d'Água do Alviela; Louriceira - Alcanena

MATERIAL NECESSÁRIO

- Lápis ou caneta e borracha;
- Bloco de apontamentos;
- Máquina fotográfica;
- Calçado e roupa apropriados;
- Mochila com almoco, lenço e bebidas.

RECOMENDAÇÕES

- Dê atenção a todas as explicações feitas durante a sessão e as visitas;
- Solicite todos os esclarecimentos que considerar oportunos ao guia ou professor;
- Não se separe do grupo.
- Anote as observações que fizer, por locais e assuntos, no bloco de apontamentos;
- Respeite a Natureza e cumpra escrupulosamente todas as indicações que lhe forem fornecidas;

FONTES INFORMATIVAS

- <http://www.lifecooler.com/Portugal/natureza/GrutaAlgardoPenaportal.icmb.pt>
- CIGAP – 966599867
- Contactos do Centro de Interpretação Subterrâneo das Grutas do Almonda: 249819880
- CCV. Tel.: + 351 249 881 805 Fax: + 351 249 881 842
- info@alviela.cienciaiviva.pt

Gruta Algar do Pena com percurso pedestre

Através de um módulo interativo, o visitante pode comandar a meteorologia e provocar chuvas ou tempestades, observando de perto as variações no caudal do rio e percebendo porque existe nesta região um dos maiores reservatórios de água doce subterrânea do país.

QUIROPTÁRIO

Prémio de morte, doença ou azar, vampiros deambulando na noite, são vários os mitos e lendas sobre esta espécie animal de vida silenciosa e discreta. A verdade é que os morcegos são essenciais para o controlo de pragas e, à semelhança de outros animais, também eles estão em perigo de extinção.

Nada melhor para perceber estes mamíferos de duas asas que viver algumas experiências empolgantes, tais como ficar pendurado de cabeça para baixo, aumentar a capacidade de audição, guiar-se apenas pelo som ou partilhar um espaço ínfimo com mil acompanhantes.

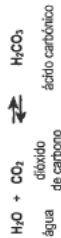
AS REAÇÕES QUÍMICAS NA FORMAÇÃO DAS CAVERNAS

As cavernas formam-se normalmente em áreas de rochas calcárias, embora na zona costeira possam ocorrer outros tipos de rochas. As rochas calcárias são formadas por calcite (carbonato de cálcio, CaCO_3), que se dissolvem em contacto com a água acidificada pelo dióxido de carbono (CO_2) existente na atmosfera e na decomposição da matéria orgânica. Em contacto com a água formam o ácido carbónico, H_2CO_3 .

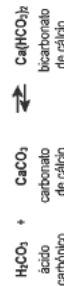
Num segundo momento, a água acidificada entra pelas fendas do calcário atacando a rocha e produzindo o bicarbonato de cálcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), que é solúvel e facilmente transportado pela água. Com a dissolução do bicarbonato de cálcio, as fissuras vão-se ampliando lentamente, formando as cavernas.

Vamos ver como tudo isso pode ser escrito através das equações químicas.

A - Acidificação da água (formação do ácido carbónico)



B - Dissolução da rocha pelo ácido carbónico



As águas da chuva, acidificadas pelo gás carbónico da atmosfera e do solo, infiltram-se na rocha calcária e dissolvem-na, transportando o bicarbonato de cálcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) em solução até emergirem no leito de uma caverna preexistente.

A gota dessa solução aquosa fica suspensa no teto até que atinja volume e peso suficiente para cair. Nesse período ocorre a liberação do gás carbónico (CO_2) e, como consequência, ocorre a precipitação de parte do bicarbonato dissolvido. Formam-se assim os primeiros cristais de carbonato de cálcio (CaCO_3), que vão dar origem à estalactite.

P6

No vídeo exibido no Centro de Interpretação, a par da informação científica que serve para enquadrar a visita, faz-se notar aos participantes algumas normas de conduta que devem ser cumpridas a preceito a bem da segurança e da preservação desse valioso património espeleológico, de modo a que os impactos negativos resultantes do acesso ao público não se sobreponham aos proveitos retirados.

Em pouco tempo, o primeiro grupo de doze elementos, e não mais do que este número, fica preparado para descer "ao centro da terra", com capacetes equipados com frontais elétricos e auscultadores por onde se ouvirá explicações sobre o tema. Outro dos procedimentos a ter em conta é o de limpar bem o calçado num tapete à entrada do elevador, que desce uns bons cinquenta metros até estacar. Arruda um pequeno corredor já tomado pela escuridão, antes da entrada no "abismo", a que se acede por uma escada de caracol de 35 metros, fixada não se sabe bem onde, permanentemente húmida e que mantém os participantes como que suspensos no vazio. Não é propriamente o melhor programa para quem sofra de vertigens, mas o estorço de superação desta sensação compensa largamente, lido em conta o desfrute de uma magnífica paisagem subterrânea cujo aspeto estético assume uma dimensão pouco vulgar. Trata-se de uma sala gigantesca, iluminada por alguns, poucos, projetores de luz, cujas dimensões da área conhecida, 1400 metros quadrados, ocupando um volume estimado de 105 mil metros cúbicos, a torna na maior atualmente conhecida no nosso país e uma das mais belas do nosso património espeleológico.

Estamos a falar do Algar do Algar, descoberto em 1985, assim batizado em honra do seu descobridor, o sr. Pena, que ali se dedicava a transformar blocos de calcário em pequenos cubos de calçada, uma das indústrias mais prósperas da região. Dessa vez a pólvora utilizada habitualmente para partir a rocha deu lugar à descoberta de um algar, ou seja, uma abertura natural de progressão vertical, podendo atingir várias dezenas de metros, e que dá acesso ao meio cónico subterrâneo, o qual, parte dele, constitui as grutas que hoje conhecemos, onde se formam as tão populares estalactites e estalagmites que podem adquirir formas que deliciam o olhar do observador. E os responsáveis por esta maravilha da natureza chamam-se água e calcário, dois gigantes que travam uma batalha que dura há milhares de anos, uma batalha sem vencedores nem vencidos entre dois adversários que não se rendem.

Um dos resultados desta luta titânica e permanentemente traduz-se nas 1500 grutas que cruzam o interior do Maciço Calcário Estremenho, a mais importante região calcária de Portugal e que abrange dois terços do parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, área protegida criada em 1978, e em cuja orla sul se situa o Algar do Pena. Aqui, a natureza permeável dos calcários e a existência de fendas nas rochas originam a escassez de água à superfície e a existência de uma importante e complexa rede subterrânea, que a tornam o melhor reservatório de água doce do país, derivada da infiltração da água da chuva, responsável pela dissolução e modelação do calcário e uma miríade de formas cónicas, tais como dolinas, uvalas, poijes, algares, lapas, grutas, lapiaz, etc.

Centro de Ciência Viva do Alviela

CARSOCÓPIO é um espaço interativo de divulgação científica e tecnológica, integrado na Rede de Centros de Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica.

EXPOSIÇÃO INTERACTIVA

GEÓDROMO

Um simulador de realidade virtual com capacidade para 16 pessoas transporta os visitantes numa viagem incrível de 17,5 milhões de anos, até ao tempo em que os dinossauros "desenham" as suas pegadas na rocha calcária da Serra de Aire.

Durante o filme, navegue até às profundezas da Terra, atravesse grutas e algares, observe de perto a queda do meteorito que abriu a cratera de Thor ao largo da Nazaré e veja como milhões de anos de alterações geológicas fizeram do Maciço Calcário Estremenho uma sucessão de montes e vales, fendas e cavidades, um deserto aparente à superfície, onde a água percorre verdadeiros labirintos subterrâneos.

CLIMATÓGRAFO

Uma visão a 3 dimensões dos 180 km² da bacia de alimentação do Alviela permite contemplar a paisagem das estações do ano e as diferenças que estas imprimem no curso da água. São aqui descritos os aspetos dominantes do clima da região que envolve a nascente do rio Alviela, proporcionando ao visitante a sensação de profundidade e de realidade, como se estivesse ele próprio no interior do filme.

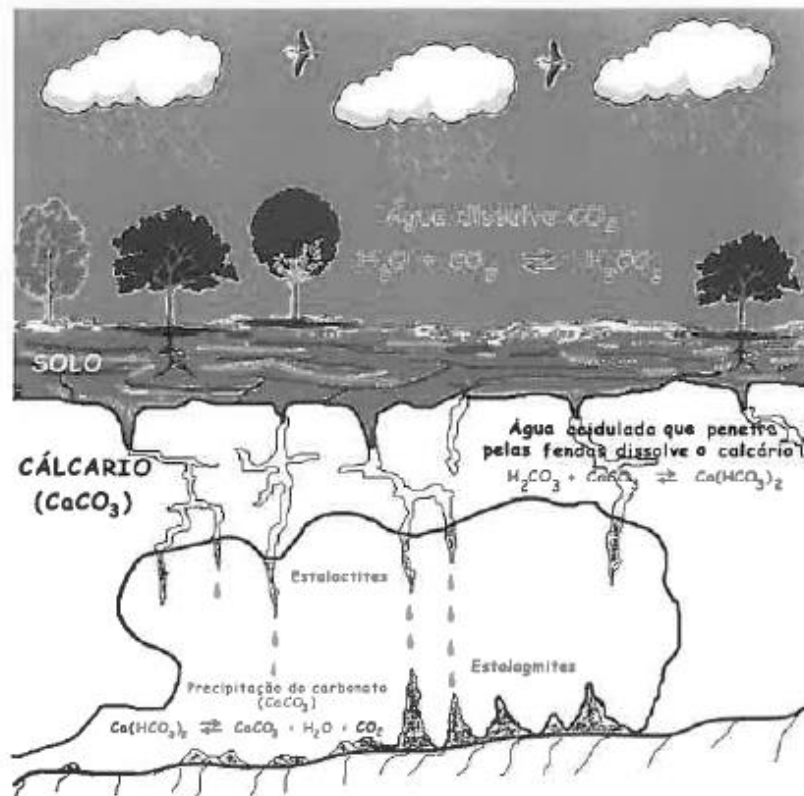
P5

A gota, ao cair, ainda carrega consigo bicarbonato de cálcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) em solução, o qual vai sendo depositado no piso logo abaixo, formando uma estalagmite. O crescimento oposto da estalactite e da estalagmite faz com que essas peças muitas vezes se unam, dando origem às colunas.

C - Precipitação do carbonato de cálcio



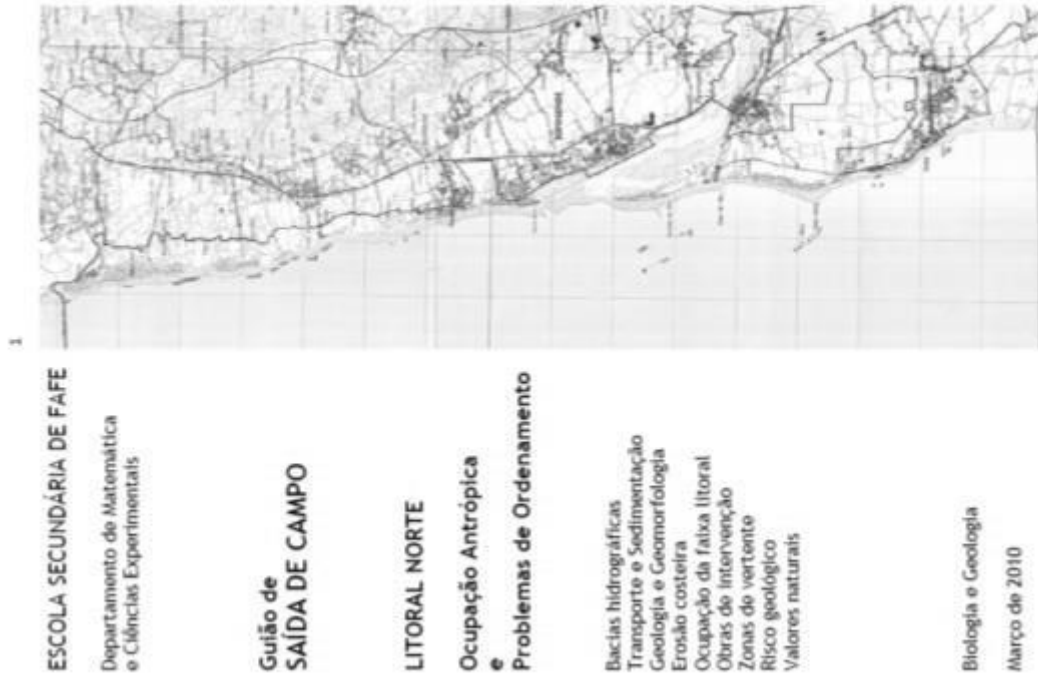
O seguinte esquema representa resumidamente as etapas apresentadas.



BOM TRABALHO!

P7

Anexo 16 – Guião de saída de campo à faixa litoral do Parque Natural Litoral Norte.



1

ESCOLA SECUNDÁRIA DE FAFE

Departamento de Matemática
e Ciências Experimentais

**Guião de
SAÍDA DE CAMPO**

LITORAL NORTE
Ocupação Antrópica
e
Problemas de Ordenamento

Bacias hidrográficas
Transporte e Sedimentação
Geologia e Geomorfologia
Erosão costeira
Ocupação da faixa litoral
Obras de intervenção
Zonas do vortente
Risco geológico
Valores naturais

Biologia e Geologia

Março de 2010

2

O presente documento de trabalho é uma compilação e adaptação de textos extraídos de fontes credíveis e pretende contribuir para uma melhor informação dos professores envolvidos na saída de campo.

Aos alunos será facultado um guia de exploração mais simples que lança diversas questões que podem ser respondidas aquando da realização da visita. A formulação de respostas, pelos alunos, a essas questões, juntamente com documentos que entendam anexar, nomeadamente fotos, constituirá o relatório da visita, a apresentar por cada aluno para efeitos de avaliação.

Índice

1. Introdução	3
2. Aspectos geomorfológicos	3
3. Aspectos geológicos	5
4. Aspectos hidrogeológicos	7
5. Dinâmica do litoral	8
6. Risco geológico	10
7. Percorso da saída de campo	12
7.1 Senhora da Guia	14
7.2 Foz do Neiva	17
7.3 Belinho	23
7.4 S. Bartolomeu do Mar	26
7.5 Esposende - Embocadura do Cávado	29
7.6 Esposende - Estuário e cordão dunar	33
7.7 Ofir	37
7.8 Pedrinhas - Cedobém	40
7.9 Apúlia	42
7.10 Póvoa de Varzim	44
8. Fontes informativas	46

A1 - Influência das obras portuárias na faixa litoral

A par de outros portos atlânticos de razoável dimensão, como Viana do Castelo, Leixões, Aveiro ou Figueira da Foz, o porto da Póvoa de Varzim terá significativa influência na perturbação da deriva sedimentar e nos processos erosivos que afectam, de um modo geral, a faixa costeira.

A praia da Póvoa de Varzim não tem registado erosão apresentando um areal extenso. Tal fica a dever-se ao facto da praia estar localizada a norte do enorme molhe que protege a entrada do porto. Mas este molhe é responsável por grande parte da erosão que se tem verificado em Caxinas e em Vila do Conde, situadas a sul. A forte erosão que afectou a estrada marginal de Vila do Conde, logo após terminarem as obras de prolongamento deste molhe é um indicador claro da sua influência na acção erosiva do mar a sul.

8. Fontes informativas

Os textos deste guião foram extraídos e adaptados de:

PLANO DE ORDENAMENTO E GESTÃO DO PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE
FASE 1 — PARTE I: DESCRIÇÃO — VOLUME II: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA — JULHO 2007

Gomes P., Botelho A., Carvalho G. (2002). *Sistemas Dunares do Litoral de Esposende*. Universidade do Minho.

Granja H., Gomes P., Carvalho G. (2002). *Relatório Final - Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende*. Universidade do Minho.

1. Introdução

A área geográfica a visitar estende-se, quase na sua totalidade, pela faixa litoral do Parque Natural Litoral Norte (PNLN), correspondendo à face atlântica do distrito de Braga. Este Parque Natural estende-se ao longo de 16 km de costa litoral, entre a foz do rio Neiva e a zona da Apúlia, em área administrada pelo município de Esposende e que abrange parte das freguesias de Antas, Apúlia, Belinho, Esposende, Fão, Gandra, São Bartolomeu do Mar e Marinhas. A superfície deste Parque Natural é de 2887 ha, sendo 7653 ha de área marinha e os restantes 1237 ha de área terrestre. Está rodeada pelos concelhos de Viana do Castelo e Póvoa do Varzim, nos limites Norte e Sul, respectivamente.

2. Aspectos geomorfológicos

Em termos altimétricos, o PNLP raramente excede a cota dos 10 m, exibindo algumas dunas com altitudes próximas dos 20 m. Relativamente aos declives, praticamente toda a área do PNLN apresenta valores abaixo dos 5%. Em termos de exposições das vertentes, domina a componente plana seguida pelas exposições para W e SW. Geomorfológicamente, a região é condicionada quer pela litologia quer pela tectónica, admitindo-se que os vales ocupados pelos rios e ribeiras são, na sua maior parte, de origem estrutural. A própria orientação litoral poderá corresponder a alinhamento estrutural uma vez que tem orientação paralela aos acidentes mais importantes no interior do País e àqueles que foram decorrentes da abertura do oceano Atlântico.

Investigadores da Universidade do Minho (Helena M. Granja e Gaspar S. Carvalho) apontam para a existência de duas plataformas de abrasão, uma alta (60-40 m) com alguns depósitos-reliquia e outra baixa (10-30 m) na qual se acumularam depósitos sedimentares de idade plistocénica e holocénica. Na parte litoral, a geomorfologia continental é dominada por uma faixa quase contínua de rochas graníticas e metamórficas. O flanco ocidental destas elevações constitui uma arriba com troços quase rectilíneos, com alinhamento sensivelmente NNW-SSE. Sobrejacentes a estas formações, junto da zona litoral, ocorrem, então, os depósitos plistocénicos-holocénicos.

As arribas fósseis (mais antiga e mais recente), que ocorrem entre o Neiva e o Cávado, são outros elementos geomorfológicos que condicionam toda a geoestrutura ocorrente no PNLN. O monte de S. Lourenço marca o topo da arriba mais antiga com cota da ordem dos 200 m. Esta arriba foi talhada através de uma vasta transgressão marinha e, à medida que o mar recuou, ficaram os vestígios desse movimento nas plataformas que foi deixando, visíveis actualmente sob a forma de pequenos patamares.

44



5

Genericamente, a orientação da arriba acompanha a orientação da linha de costa. Há quem argumente que esta arriba pode ter sido resultante da abrasão marinha ao longo do Quaternário (regressões e transgressões) ou, então, originada a partir de uma escarpa de falha e, neste último caso, retocada pelas ondas durante o Quaternário. A partir da base da arriba mais recente, e até à designada linha de costa, desenvolve-se uma plataforma litoral baixa, na qual é possível identificar unidades nas quais permanecem vestígios de depósitos quaternários. Na área do PNLN esta plataforma alarga para sul (na zona do rio Neiva apresenta largura de 1 a 2 km).

A área do PNLN está, em quase toda a sua extensão, coberta por depósitos de origem sedimentar (depósitos eólicos, marinhos e lagunares) pliocénicos e holocénicos assentes em afloramentos constituídos por rochas metamórficas ordovícicas e silúricas. A costa arenosa é, regra geral, aplanada, apresentando declives inferiores a 4% e heterogeneidade morfológica reduzida devido ao predomínio dos sistemas dunares que se desenvolveram de forma aproximadamente contínua nesta área.

A faixa litoral é delimitada, em grande parte da sua extensão por um cordão dunar proeminente, cuja formação e evolução permitem distinguir um sistema de dunas mais recentes e outro de dunas mais antigas. O primeiro sistema de dunas é essencialmente a Sul do Neiva, apesar de recortado por pequenas ribeiras, tomando-se descontinuo à medida que se encaminha para o estuário do Cávado, enquanto que o maciço de dunas mais antigo é bem desenvolvido em toda a frente marinha e para o interior da costa, desde a restinga do Cávado até à Apúlia.

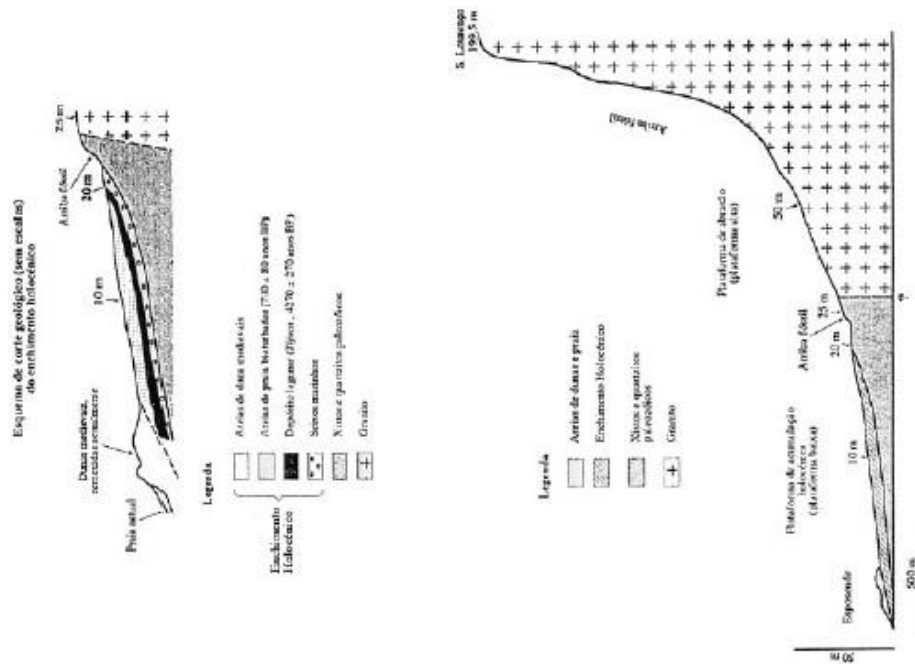
Este sistema de dunas corresponde a uma acumulação de material arenoso quer por acção marinha como por acção eólica que é fundamental para o equilíbrio da posição da linha de costa: constitui simultaneamente uma barreira ao avanço do mar e uma "fonte" de abastecimento de material para o processo de transporte ao longo da costa.

Todas as formas presentes na área denotam processos de transição entre ambiente diferentes, o marinho e o continental, através da presença de estuários, sapais, praias, dunas, restingas etc. Ainda são reconhecíveis conjuntos de afloramentos de origem quartzítica que estruturam, no mar, os Cavalos de Fão, os quais correspondem formações geológicas que, por erosão diferencial, resistiram às acções marinhas.

3. Aspectos geológicos

O Maciço Hespérico ou Maciço Ibérico (MI) ocupa cerca da metade ocidental da Península Ibérica, no seu domínio hercínico. Nele afloram diversos materiais de idade Paleozóica (entre 570 e 245 milhões de anos) e, em menor extensão, do Proterozo-

Corte geológico W-E da zona entre S. Lourenço e Espouende. Adaptado de Carvalho & Granje (1997a)



A1 - Emagredimento da praia

A frente marítima da Apúlia, construída sobre terrenos da duna frontal, é um bom exemplo do emagrecimento das praias. Passou, em poucos anos, de um extenso areal a uma estreita faixa de areia entre afloramentos rochosos, mesmo após a construção de um esporão a sul da praia, cuja retenção de areias do lado norte não foi suficiente para devolver a praia arenosa que antes existia. Este esporão foi pro-vocar, a sul, o recuo de uma arribas que destruiu os moinhos a vento típicos da região. O emagrecimento da praia resultou da acção dos esporões de Ofir e Pedri-nhas e do défice de deriva sedimentar. Esta frente de praia foi objecto de requalifi-cação recente e a praia sujeita a enchimento artificial de areia.

A2 - Afloramentos rochosos

Na orla marítima, afloramentos de quartzitos orientados na direcção NW-SE, for-mam verdadeiros esporões naturais, que ocorrem na praia submarina e emersa, e vêm favorecer alguma estabilidade da linha de costa, uma vez que dissipam uma parte da energia das ondas e contribuem para alguma retenção dos sedimentos ao impedir a sua remobilização pela deriva natural.

Estes afloramentos rochosos localizam-se sobretudo entre Fão e Apúlia, sendo de salientar, pela sua notoriedade e interesse geológico, os rochedos que a Sul da embocadura do rio Cávado recebem a denominação de Cavalos de Fão.

Paragem no ponto B - aspectos a considerar

B1 - Obras de engenharia

Desde Cedobém à Apúlia a areia é retida por bancadas rochosas na base da praia, tendo a construção do esporão e as obras de fixação da ribeira da Apúlia contribuído para alargar a praia desta povoação.

Nesta zona, e a partir da margem esquerda da foz do Cávado, a praia tem um carác-ter mais dissipativo e menos reflexivo mas a zona a sul da Apúlia manifesta desde há vários anos sinais claros de instabilidade, mais severa no trecho adjacente à ribeira da Apúlia mas já bem sensível em todo o trecho até à Aguçadoura.

42



P - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Emagrecimento da praia
- A2 - Afloramentos rochosos

7

zóico superior. O MI constituiu-se como o fragmento mais contínuo do soco hercínico na Europa. A área do PNUN, encontra-se integrada na unidade morfoestrutural do Maciço Hespérico, mais precisamente na unidade geotectónica distinta designada por Zona Centro Ibérica (ZCI). A ZCI é uma zona heterogénea que compreende áreas com metamorfismo de médio a alto grau e abundantes granitóides a que se opõem áreas sem metamorfismo ou com metamorfismo de baixo grau.

Como já foi referido, devido a factores tectónicos, bem como aos períodos glaciários ocorreram transgressões e regressões marinhas. Uma das mais significativas, para este segmento costeiro onde ocorre o PNUN, terá sido uma regressão ocorrida durante a qual se terá originado um sistema lagunar pantanoso, que ocasionalmente era abastecido por água proveniente do mar. Tal ocorrência está provada pela presença de diatomáceas associadas a depósitos lagunares e turfosos. Esses depósitos ter-se-ão formado durante um período relativamente longo da nossa história recente (moderna), tendo os mais antigos cerca de 1500 anos e os mais recentes apenas uma centena, sendo deste modo incluídos no Holocénico (menos de 10000 anos). Posteriormente, sobre os depósitos lagunares acumularam-se as areias das dunas. Considera-se que os sistemas dunares desta área se desenvolveram durante a Pequena Idade do Gelo, que ocorreu entre os séculos XV e XVI e os meados do século XIX. O mar estaria então mais afastado da terra (regressão), o que permitiu a instalação da população humana.

Idade	Unidade	Caracterização Geral
Moderno-Holocénico	Aluviões Sistemas dunares Formação da Aguçadoura	Aluviões; Áreas de duna Areias limosas e limos
Pleistocénico	Formação de Cepães	Areia limosas e calcários
Siúrtico	Anticlinal de Valongo	Xistos argilosos
Ordoviciano	Anticlinal de Valongo	Xistos, grauvaques, quartzitos e conglomerados

Unidades geológicas presentes na região

4. Aspectos hidrogeológicos

A hidrografia assenta em bacias hidrográficas múltiplas, pequenas a médias, de baixa altitude média e rede hidrográfica densa e frequente, tendo expressão particular as bacias hidrográficas do Cávado e do Neiva.

Na zona costeira observa-se o estuário do rio Cávado e a embocadura do rio Neiva a norte, além de pequenas linhas de água relacionadas com bacias endorreicas (não drenam para um rio) que drenam directamente para o mar. Relativamente a estas pequenas linhas de água, verifica-se que o seu regime é muito irregular, apresentando caudais apenas no Inverno e, por vezes, na Primavera. Esta irregularidade favorece a colmatagem cíclica das embocaduras, uma vez que a deficiência de aporte hídrico favorece a corrente de deriva litoral que rapidamente transporta areias para os canais principais, obstruindo-os.

Nesta zona foi identificado o designado Aquífero Livre de Esposende - Vila do Conde. Este aquífero ocupa principalmente todo o PNLN desde a margem esquerda do rio Cávado para Sul em direcção a Vila do Conde. Subsidiariamente, também podem ser considerados os depósitos detríticos que existem a Norte do rio Cávado até ao rio Neiva como aquífero. O INAG, entidade gestora dos sistemas subterráneos em Portugal ainda não promoveu uma definição final dos limites deste aquífero.

O sub-sistema dunar apresenta assim características evidentes de um aquífero livre em meio poroso, separado da unidade subjacente através de uma camada de cascalheira de espessura variável. A sua espessura pode atingir os 20 m na zona do PNLN. As componentes aluvionares podem propiciar esquemas de captação por infiltração induzida dependentes da qualidade e quantidade de água disponível nas linhas de água a que hidráulicamente estejam ligados. A referida camada de cascalheira de base é bastante produtiva. Em diversos furos de prospecção realizados perto de Ofir, apareceu sem pré-água quando da sua intercepção.

Por sua vez o aquífero cristalino fracturado subjacente ao dunar é constituído pelas litologias ígneas e metamórficas que apresentam baixa permeabilidade e produtividade. Estes aquíferos caracterizam-se por uma vulnerabilidade à poluição designadamente na componente da contaminação por nitratos e eventual intrusão salina. Em termos grosseiros, a vulnerabilidade dos aquíferos é considerada alta nas zonas marginais dos rios Neiva e Cávado e média nas restantes zonas.

5. Dinâmica do litoral

A linha de costa, mesmo quando aparenta estar em equilíbrio, está sujeita a um fenómeno dinâmico. Grandes quantidades de areia encontram-se em movimento, quer por acção da capacidade de transporte das correntes longitudinais (transporte litoral), quer devido à acção directa da ondulação que provoca alterações no perfil da praia. Mesmo em casos de equilíbrio dinâmico, em que a quantidade de areia que entra num troço num determinado intervalo de tempo é igual à quantidade de areia que sai nesse mesmo período, é normal verificarem-se oscilações do perfil de

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Ocupação da duna frontal pelas moradias de férias
- A2 - Estruturas de defesa da erosão costeira

A1 - Ocupação da duna frontal pelas moradias de férias

O conjunto de habitações, erradamente edificadas sobre a duna frontal, sofreu os efeitos do recuo acelerado da arriba em erosão, provocado pela construção dos esporões a norte (Ofir e Pedrinhas) e pelo défilé sedimentar.

Pela primeira vez em Portugal o Estado foi condenado em julgamento devido a danos patrimoniais e morais causados pela erosão costeira numa destas moradias. O delicto foi a construção do esporão das Pedrinhas, com cerca de 300 metros. A consequência foi a erosão costeira provocada pela obra. O queixoso, morador na zona, comprou a casa em 1996 distando a mesma 150 metros do mar. 13 anos decorridos, o proprietário, depois de já ter visto as ondas destruírem uma habitação vizinha, afirma que a sua só não teve o mesmo destino (pese ter ficado com um pátio, um varandim e uma fossa séptica despedaçados) porque entretanto conseguiu que fosse feito um reforço com pedras. O Estado foi condenado a pagar 60 mil euros.

A2 - Estruturas de defesa da erosão costeira

O esporão de Pedrinhas foi construído (1986) para criar uma área de acreção, a norte, protectora do hotel e das torres de Ofir, situadas a 2 Km. Tal não aconteceu. O resultado foi a formação de uma arriba de recuo acentuado, a sul, pondo em risco as habitações que ocupam a duna frontal. A solução passou pela instalação de um enrocamento extenso na base de arriba que resultou na formação de uma nova arriba de pendor muito acentuado e de recuo acelerado, imediatamente a sul do enrocamento, que veio a atingir a zona de Cedobém. O comprimento do esporão foi, então, drasticamente reduzido (100 m) e atenuou-se o pendor da arriba mas não se evitou o avanço do mar sobre o interior.

A zona a sul do esporão das Pedrinhas, apresenta uma estabilidade relativa no troço protegido pela obra de defesa aderente ao aglomerado das Pedrinhas, que no entanto vem agravar o processo erosivo a sul, frente ao aglomerado de Cedobém, e não evita os fenómenos de galgamento dos dois aglomerados.

A faixa costeira de Cedobém, onde está instalada a aldeia de pescadores e os restaurantes, está a ser destruída pelos erros na construção do esporão de Pedrinhas, com recuo da arriba, pelo pisoteio dos vera neantes e pelas movimentações dos pescadores, nomeadamente devido à construção de rampas para trânsito de tractores e embarcações.

40

P PEDRINHAS - CEDOBÉM



Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Observações - poder-se-á prescindir da paragem neste ponto se não houver tempo. No entanto, a construção deste esporão está na origem de uma das maiores "trabalhadas" da história da engenharia da defesa costeira, em Portugal, tendo como resultado o seu progressivo desmantelamento (chegou a medir 300 m), a primeira condenação do Estado português por erosão costeira e prejuízos incalculáveis na orla marítima a sul.

9

praia, tanto transversalmente como longitudinalmente, relacionadas com a variação do clima de agitação ao longo do ano - altura e direcção da onda -, mas sem que haja alteração da quantidade de areia nesse troço.

A deriva sedimentar na zona em estudo ocorre tendencialmente de norte para sul mas são frequentes fenómenos de inversão de deriva como sucede entre o esporão curvo da restinga de Ofir (que cresce de sul para norte) e a embocadura do Cávado e entre aquele esporão (que acumula sedimentos de ambos os lados) e o esporão de Ofir.

O processo erosivo é provocado por um rompimento do equilíbrio dinâmico longitudinal da orla costeira, que se deve, fundamentalmente, a quatro factores principais: elevação do nível do mar, alteração da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, degradação antropogénica das estruturas naturais e obras de engenharia costeira. Se o primeiro não tem (ainda) efeitos notórios, os outros três revestem-se de alguma importância.

A alteração da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral deve-se sobretudo às actividades humanas localizadas quer no interior quer nas zonas ribeirinhas e que se traduziram:

- até meados do milénio passado, em de posição de sedimentos provocados essencialmente pelo desaparecimento da floresta (incêndios e início de uma agricultura mais intensiva) e que deram origem a grande parte dos cordões dunares existentes no litoral português e à formação da ria de Aveiro;
- depois, ao abranda mento e à redução exponencial desses sedimentos provocada por actividades que, se imprescindíveis para o desenvolvimento económico do país - florestações, aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas, obras de regularização dos cursos de água, explorações de inertes nos rios, estuários, dunas e praias, dragagens, obras portuárias e de protecção costeira -, se desenvolvem sistematicamente sem serem avaliados quais os seus impactes no litoral (por exemplo, os aproveitamentos hidroeléctricos e hidroagrícolas das bacias hidrográficas que desagham em Portugal, são responsáveis pela retenção de mais de 80% dos volumes de areias que eram transportadas pelos rios antes da construção desses aproveitamentos).

A destruição das defesas naturais do litoral é devida principalmente:

- ao pisoteio das dunas que, destruindo, o coberto vegetal, facilita o transporte das areias por acção do mar e do vento;

10

- a construção de caminhos e edifícios no topo das arribas e na crista do cordão dunar que impedem directa ou indirectamente o seu equilíbrio dinâmico, fixando ou obrigando a fixar um perfil que deveria ser flexível e, muitas vezes, com obras de protecção cujos custos directos e indirectos são, em grande parte dos casos, superiores aos dos bens a proteger;
- ao aumento da ocorrência devida às regas e a drenagens insuficientes que intensificam o ravinamento, mesmo de falésias;
- às extracções de areias, em terra ou no mar que não só retiram sedimentos do trânsito litoral como contribuem muitas vezes para a instabilidade do equilíbrio dinâmico.

Por último, as obras de engenharia costeira, quer sejam molhes exteriores e dragagens portuárias, quer obras de protecção do litoral construídas ao longo da costa, incluindo esporões e defesas frontais, aderentes ou não-aderentes:

- construídas para proteger propriedade pública ou privada e que, ao limitarem o recuo da linha de costa em determinado troço, retêm os sedimentos necessários aos troços a sotamar;
- têm sucesso variável, dependendo essencialmente da qualidade do projecto e da construção, do tipo de costa, do clima de agitação marítima, das características da deriva litoral, da quantidade de sedimentos transportados por essa deriva, da frequência dos temporais e do período de recorrência das grandes tempestades.

O Litoral de Esposende, como veremos, está sujeito à influência de todos estes factores.

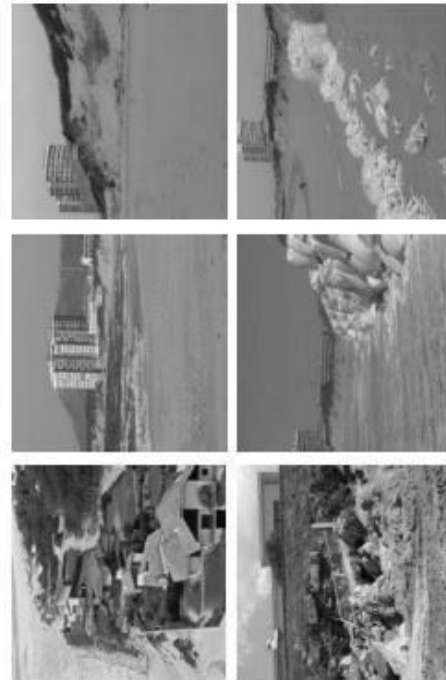
6. Risco geológico

Na área em estudo pode considerar-se a existência de risco geológico associado não apenas à erosão costeira e galgamentos do mar (que se verifica com maior ou menor intensidade em toda a faixa costeira) mas, também, a fenómenos de movimento de vertentes (evidente no património edificado das povoações instaladas na base da arribo fóssil como Belinho, S. Bartolomeu do Mar, Marinhas e Palmeira de Faro) e a episódios de cheias (envolvente dos estuários do Neiva e do Cávado, incluindo a zona fluvial de Fão, e os campos agrícolas adjacentes).

A carta da página seguinte define as zonas de risco em cada uma das componentes.

39

damente a duna frontal, um proprietário de uma das moradias construídas neste troço, na duna interior, mandou reforçar, com areias retiradas da praia, a arribo em erosão e erguer uma muralha de sacos de areia a sustentar a vertente artificial, tudo encimado com uma palçada de madeira. A praia ficou mais estreita, o perfil da duna foi artificializado na frente marítima da moradia, a envolvente foi remexida e destruída, a paisagem ficou mais poluída. Volvido pouco mais de uma ano pouco resta desta obra...



Paragem no ponto A - aspectos a considerar

A1 - Ocupação da duna frontal pelas torres e hotel de Ofir

A1 - Ocupação da duna frontal pelas torres e hotel de Ofir

A construção das torres de Ofir sobre a duna frontal, pela dimensão dos três edifícios e pelo local que ocupa, é considerada um dos maiores erros urbanísticos em Portugal e motivo de grande polémica. A desestabilização de um sistema até então equilibrado teve, e tem, custos patrimoniais que superam em muito o valor material das torres e do hotel sobretudo porque obrigaram à instalação de obras "pesadas" de defesa que, para além do seu custo, desencadearam o recuo das arribas a sul e consequente destruição e ameaça de muitos quilómetros de orla costeira. Estas obras são, essencialmente, o esporão construído a sul do hotel (para proteger o hotel e as torres) e o enrocamento instalado a norte das torres (para proteger as moradias, erradamente construídas sobre a restinga). Pedrinhas, Cedobém e Apúlia são as vítimas directas destas obras de engenharia.

Paragem no ponto B - aspectos a considerar

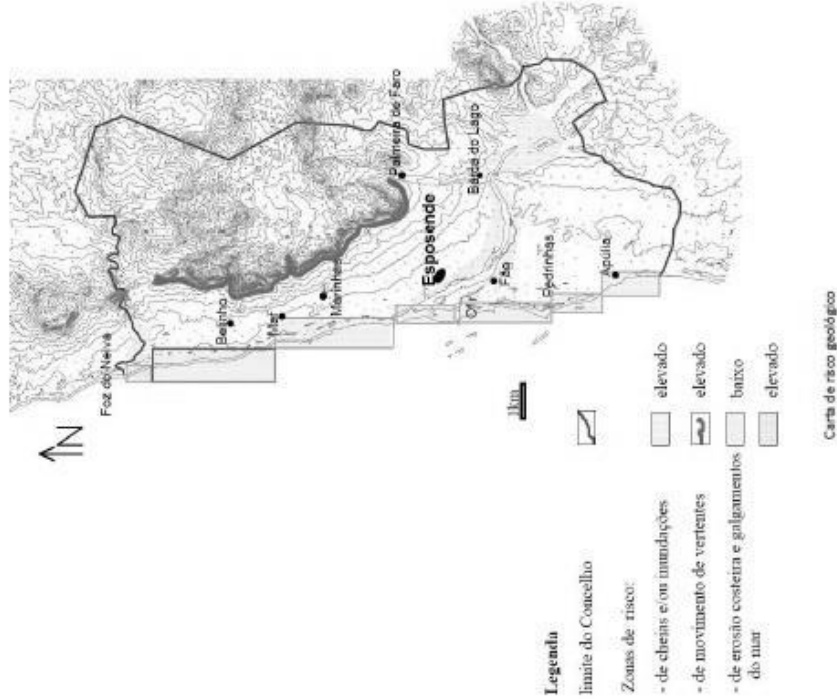
B1 - Estruturas de defesa da erosão costeira

B1 - Estruturas de defesa da erosão costeira

O esporão curvilíneo na zona da restinga tem induzido acumulação a norte e alguma a sul, contribuindo para defender as moradias aí existentes, já protegidas por uma defesa frontal e paliçada. A frente-mar de Ofir apesar de protegida pelo esporão curvilíneo na zona da restinga e por outro esporão imediatamente a sul do Hotel de Ofir, que têm conferido alguma estabilidade a este troço de costa, embora pontualmente se registem zonas de erosão. No entanto a faixa edificada neste local encontra-se demasiado próxima do mar para que sejam evitados fenómenos de galgamento e mesmo de risco de erosão, perante uma eventual sucessão de temporais de sudoeste.

A sul do esporão que protege o hotel e as torres de apartamentos verifica-se novamente erosão, que coloca em risco as moradias existentes, atenuada em seguida pelo esporão das Pedrinhas. Este, por induzir fortes erosões a sul que puseram em risco o aglomerado das Pedrinhas, foi encurtado quase uma centena de metros, tendo-se verificado desde essa altura um acentuar da erosão no troço entre os dois esporões.

Recentemente (2008), a custa de veículos pesados que subiram e desceram re peti-



12

7. Percurso da saída de campo

O mapa da página seguinte representa possíveis locais de paragem e exploração. Nas páginas seguintes, cada um destes locais é representado em fotografia de satélite, com indicação dos principais aspectos a considerar.

37

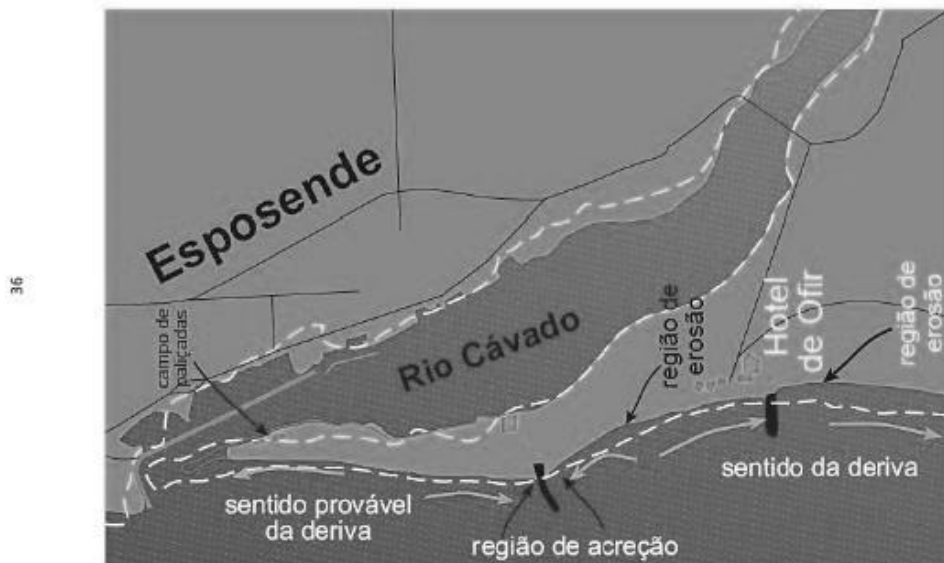
OFIR

P



A - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

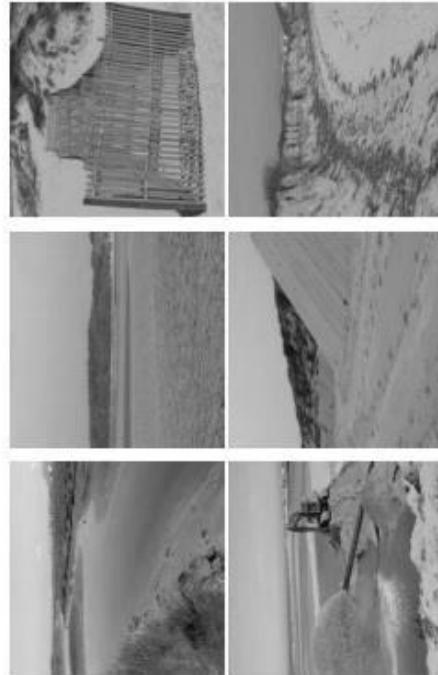
Observações - durante o atravessamento da ponte de Fão pode referir-se a ocupação do leito de cheia pela frente edificada ribeirinha, no lado esquerdo e, já na avenida de acesso à praia, a ocupação do mesmo leito de cheia pelo Clube Náutico e outras construções.



A2 - Cordão dunar da restinga

A restinga de Ofir, que limita a Sul a embocadura do rio Cávado, apresenta alguma fragilidade, resultado do avanço para Sul do processo erosivo e por outras razões antropogénicas e naturais (redução do transporte sólido fluvial, extracção de areias, subida generalizada do nível médio das águas do mar, variabilidade da morfologia devido a acções extremas do mar). Em 1992, veio mesmo a ocorrer o rompimento da restinga, passando o estuário a ter duas barras. Desde essa altura a alimentação da restinga com produtos das dragagens no interior do estuário do Cávado, têm contribuído para o seu robustecimento. Em 2005 tomou a verificar-se o rompimento da restinga, numa faixa de cerca de 200 m, tendo-se procedido em 2006 a nova alimentação.

O cordão dunar da restinga apesar das múltiplas agressões, naturais e antrópicas, a que está sujeito conserva, ainda, uma interessante comunidade vegetal e é um dos poucos pontos do litoral de Esposende onde ainda é possível observar, na sua face atlântica, uma plataforma arenosa dominada por *Elymus farctus*, designada por duna embrionária ou degrau de praia. Esta graminea é uma planta perene de crescimento muito rápido, cujas longas raízes fixam com eficácia as areias móveis onde se desenvolve. Muito flexível, o seu rizoma estende-se rapidamente por extensões apreciáveis, colonizando toda a praia alta desde que não haja perturbações do processo. Infelizmente, a sua distribuição coincide com as preferências dos banhistas, levando à sua quase completa destruição nas praias mais frequentadas. Esta zona da restinga encontra-se protegida por um esporão curvo situado a norte de Ofir.



SENHORA DA GUIA



A - Santuário da Senhora da Guia. Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Observações - a estrada de acesso encontra-se em boas condições exceptuando a rua um pouco estreita na povoação de Belinho. A encosta apresenta núcleos dispersos de folhosas (como carvalhos e sobreiros) a par de pinheiros e espécies exóticas. Observam-se, também, algumas pedreiras.

15

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Arriba fóssil
- A2 - Depósitos marinhos e lagunares holocénicos e plistocénicos
- A3 - Cordão dunar

A1 - Arriba fóssil

É uma geofoma de natureza granítica, integrada na Zona Centro Ibérica, cuja base terá sido trabalhada pelo mar quando das transgressões marinhas do Quaternário, a última das quais há cerca de 5000 anos. Esta arriba foi talhada através de uma vasta transgressão marinha e, à medida que o mar recuou, ficaram os vestígios desse movimento nas plataformas que foi deixando, visíveis actualmente sob a forma de pequenos patamares. A regressão terá originado os depósitos lagunares, sobre a plataforma de abrasão, num ambiente pantanoso temporariamente inundado pelas águas do mar. O monte de S. Lourenço marca o topo da arriba mais antiga com cota da ordem dos 200 m. Este ponto apresenta uma cota de cerca de 150 m.

A2 - Depósitos marinhos e lagunares holocénicos e plistocénicos

A zona plana que se estende do sopé da arriba fóssil até ao cordão dunar, aproveitada para instalação de campos agrícolas e património edificado, corresponde ao enchimento holocénico (desde há 10.000 anos) da plataforma de abrasão por seixos marinhos seguido de depósitos lagunares e depósitos arenosos sobre um substrato de xistos e quartzitos paleozóicos.

A3 - Cordão dunar

A delimitar a alta praia ocorre uma extensa faixa de cordões dunares holocénicos a recentes, dispostos de modo paralelo à costa, e cuja génese e respectiva evolução permite distinguir dois sistemas, os quais correspondem a um sistema dunar recente e a outro mais antigo, este mais bem representado a sul do rio Cávado. As dunas resultam da diminuição da capacidade de transporte da areia pelo vento a partir de uma fonte de alimentação de sedimentos, como uma praia, e dos obstáculos que encontram no seu trajecto.

Estas unidades geomorfológicas apresentam elevada importância geológica e ecológica na interface entre os sistemas marinhos e o continental, dotando, ao mesmo tempo, a planície interior de uma protecção natural contra o avanço do mar e funcionando, ainda, como reserva de sedimentos para as praias.

Presentemente, verifica-se uma instabilidade nestes sistemas dunares apresentando já grau de degradação muito elevado. São a face mais visível da regressão da linha de costa, ocorrendo galgamentos oceânicos frequentes e dunas com perfil de

34

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Estuário do Cávado
- A2 - Cordão dunar da restinga

A1 - Estuário do Cávado

Locais de encontro entre as águas continentais e as águas marinhas, os estuários apresentam uma grande variabilidade de suas características físicas, principalmente aquelas que dependem ou são influenciadas pelas marés. As mais evidentes são a salinidade e o nível de água, que apresenta oscilações diárias apreciáveis. Devido à enorme variação que as características físicas dos estuários apresentam, constituem ambientes agrestes para a fauna e a flora. Existem relativamente poucos organismos capazes de viver em permanência num estuário; a vida aí só é possível mediante adaptações estruturais, fisiológicas ou comportamentais que lhes permita lidar com um meio ambiente de grande variabilidade física e química.

Do ponto de vista físico, os estuários são caracterizados pela mistura, em graus muito diversos, de águas de origem continental com águas marinhas.

As diferenças de salinidade que usualmente se verificam entre estes dois tipos de águas faz com que estes líquidos se possam comportar como massas de água independentes, com uma certa dificuldade em se misturarem mutuamente. Essas diferenças fazem-se sentir ao nível da densidade (as águas marinhas são geralmente mais densas e mais frias do que as continentais) e da capacidade de transporte de materiais em suspensão, para referir apenas as características mais evidentes. Estes aspectos vão afectar, por exemplo, a capacidade de transporte sedimentar, transformando os estuários em zonas de acumulação de sedimentos, quer de origem fluvial quer de origem marinha. Por esse motivo se considera que os estuários constituem verdadeiras armadilhas de materiais, não sendo fácil mobilizar partículas que nestes entrem. Como resultado, aos estuários surgem normalmente associados sapais e juncaís, resultantes da colonização de zonas onde as condições são favoráveis à deposição de sedimentos finos. Pelo mesmo motivo se verifica, geralmente, um elevado grau de assoreamento nos estuários resultante da acumulação dos sedimentos, quer provenientes do mar, quer de montante.

Apesar de constituírem apenas 2% da superfície do planeta, os estuários constituem os sistemas naturais com maior produtividade natural, a albergando e alimentando uma grande diversidade animal. No entanto, são também zonas de grande sensibilidade e fragilidade a todas as acções destrutivas de origem antropogénica, nomeadamente à poluição aquática.

16

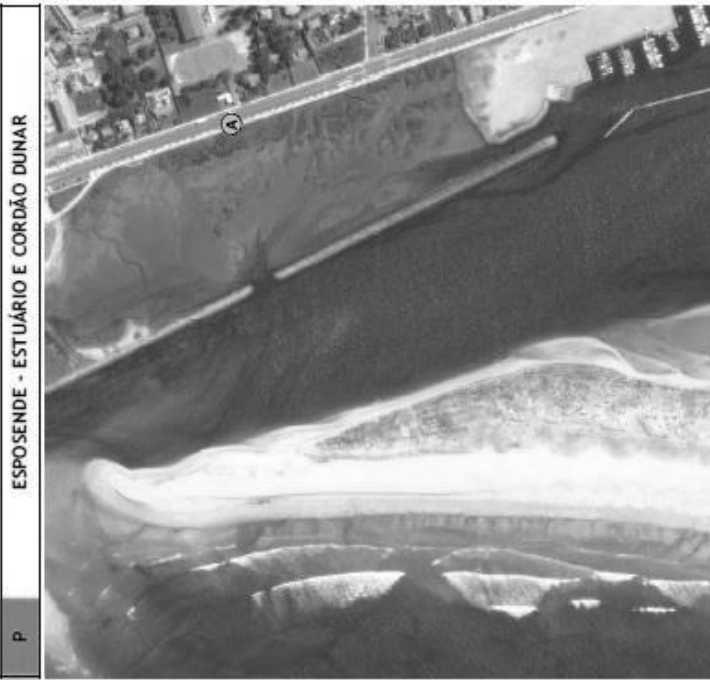
arriba. Por outro lado, os fortes ventos do quadrante norte, intensos e frequentes no Verão, são poderosos agentes de erosão/evolução dos sistemas dunares, nomeadamente sendo responsáveis por uma multiplicidade de corredores eólicos bem marcados, transversais e longitudinais.

Observação (do interior do autocarro) no ponto B - aspectos a considerar

B1 - Risco geológico - ocupação da vertente e da linha de água

Neste ponto, a base da arriba fósil encontra-se largamente ocupada por edificações humanas, algumas das quais em risco geológico devido à sua localização. É o caso das moradias construídas junto à base do escadório.

33



A - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Observações - este ponto pode ser o primeiro a ser explorado após o almoço em Esposende.

17

FOZ DO NEVA

P



A - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes para circuito a pé.

Observações - o acesso aos pontos B pode ser feito em pequenos grupos que se dividem pelos dois passadiços. Após regresso ao ponto A dirigem-se para C e, depois, para D. Regressam pelo mesmo percurso evitando-se o pisoteio do cordão dumar.

32



Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Rio Neiva
- A2 - Depósitos marinhos e lagunares holocénicos e plistocénicos
- A3 - Biodiversidade

A1 - Rio Neiva

A bacia hidrográfica do rio Neiva está situada entre os rios Lima e Cávado. O Neiva nasce na serra do Oural e tem, até à sua foz, em Castelo do Neiva, um percurso de cerca de 40 KM, passando pelos concelhos de Vila Verde, Ponte de Lima, Barcelos, Esposende e Viana do Castelo.

A2 - Depósitos marinhos e lagunares holocénicos e plistocénicos

A zona plana que se estende da margem direita do rio até ao sopé da arriba fósil, aproveitada para instalação de campos agrícolas e património edificado, corresponde ao enchimento holocénico por sedimentos marinhos seguido de depósitos lagunares e depósitos arenosos sobre um substrato de xistos e quartzitos paleozóicos. É visível a ocupação parcial do leito de chela.

A3 - Biodiversidade

Na avifauna que por aqui se encontra, destaque para a garça-real (*Ardea cinerea*), pato-real (*Anas platyrhynchos*), galvoia (*Larus cachinans*), guarda-rios (*Alcedo arhis*). Na fauna piscícola evidencia-se o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a tainha (*Mugil cephalus*), a solha (*Platichthys flesus*), a enguia-ranca (*Aguilla aguilula*), truta (*Salmo trutta*) e boga (*Chondrostoma toxipotes*). Um dos mamíferos que é possível observar é a lontra (*Lutra lutra*). Quanto à flora, destaque para a predominância, nas margens do rio, de choupos (*Populus alba*) e amieiros (*Alnus glutinosa*).

Paragem num dos pontos B - aspectos a considerar

- B1 - Esporão da embocadura do Neiva
- B2 - Escarpamento da duna frontal por erosão marinha
- B3 - Duna cinzenta
- B4 - Controlo de espécies invasoras (acácias)

B1 - Esporão da embocadura do Neiva

Este esporão é o último de uma série construída entre esta estrutura e o quebra-

namente graníticas. A planície aluvial está bem enquadrada com o relevo plano a ondulado suave, denotando assim a formação de um leito francamente largo onde a perda de velocidade teve correspondência na sua incompetência transportadora. As condições geológicas associadas às biológicas permitiram o desenvolvimento de uma área de sapal na zona intertidal (entre marés). Na zona da foz desenvolve-se uma restinga (a sul) que contrasta com a margem direita do rio (a norte), esta última rodeada de intensa pressão humana e urbanística. Esta área terminal está pejada de baixios devido às condições hidrodinâmicas que tornam a navegabilidade difícil e perigosa.

B2 - Restinga de Ofir

A embocadura do rio Cávado está ancorada a Norte por um molhe, e a Sul por uma restinga arenosa que se para o rio do mar e que está enraizada em Ofir. Esta língua de areia além de possuir um elevado valor ecológico, constitui um elemento fundamental de protecção da frente urbana de Esposende. Trata-se de uma acumulação de depósitos detriticos (areia e cascalho), de génese recente, assentes sobre o substrato de xistos paleozóicos.

O crescimento de sul para norte da restinga denuncia uma inversão localizada do transporte sólido litoral, o que poderá ser explicado pelo efeito de propagação da agitação no banco do delta de vazante (fenómenos locais de refração e difracção) e pela interacção entre as correntes e a propagação da agitação. O local onde se inicia a inversão do sentido do transporte é variável e potencialmente débil do ponto de vista aluvionar. Em termos globais assume-se que o transporte sólido efectiva-se no sentido N-S, sendo a sua inversão localizada provocada pelo processo de circulação de sedimentos envolvidos na transposição da embocadura.

A restinga tende a migrar para o interior ao mesmo tempo que o seu comprimento e largura são reduzidos pela erosão, correndo-se o risco de desaparecer dado que o défice sedimentar já não compensa as perdas de areia.

De acordo com as características morfológicas, praticamente a totalidade do transporte sólido proveniente de norte transpõe a embocadura e prossegue para sul, ou seja, esta não funciona como um poço aluvionar. Contudo, a degradação progressiva do quebra-mar a norte e a diminuição dos caudais de chela do Cávado desde 2001 têm contribuído para o assoreamento do estuário. Tem-se verificado que a erosão proporcionada pelos processos marinhos e antropogénicos, nesta restinga, tem sido contrariada pela inclusão, na mesma, de sedimentos provenientes das acções de dragagem do rio Cávado. No entanto, os sucessivos enchimentos artificiais da restinga não têm sido suficientes para conter os processos erosivos que atacam a restinga, quer do lado atlântico quer do lado fluvial onde é frequente a formação de uma arriba com cerca de 3 m.

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

- A1 - Frente edificada sobre a duna frontal**
- A2 - Influência do molhe norte na protecção da costa**

A1 - Frente edificada sobre a duna frontal

Neste ponto pode verificar-se a edificação de cerca de 30 moradias sobre a duna frontal, algumas das quais sobre a duna primária e de construção recente. Presume-se que estas moradias foram licenciadas pela autarquia local ao arripio das mais elementares normas de ordenamento. Este conjunto bloqueia por completo as dinâmicas de troca de sedimentos entre a praia e a duna que está, praticamente, toda ocupada neste sector.

A2 - Influência do molhe norte na protecção da costa

O conjunto de moradias foi protegido pelo molhe da margem direita da embocadura do Cávado que acumulou areias no seu lado norte. A influência deste molhe é enorme tanto na protecção das praias que lhe estão próximas a norte como na fixação da embocadura do Cávado que é truncada e obrigada a fazer um desvio da direcção das águas do estuário em cerca de 90 graus. Este facto gera turbulências nas dinâmicas das correntes vazantes com forte impacto na mobilidade dos sedimentos, no assoreamento da barra e no comportamento geomorfológico da restinga.

Paragem no ponto B - aspectos a considerar

- B1 - Rio Cávado**
- B2 - Restinga de Ofir**

B1 - Rio Cávado

Trata-se de um rio de grande importância que nasce na Serra do Larouco e se estende por 130km desaguardo em Esposende. O seu vigor no passado permitiu o escavamento do canal por onde ocorre bem como a largura posteriormente ocupada pelo estuário. O estuário será resultante da inundação do sector terminal do rio Cávado, pela subida do nível do mar, que se iniciou no pós-glaciar, há cerca de 10000 anos. Deste então, foi ocorrendo um progressivo assoreamento conferindo-lhe a morfologia que actualmente exhibe. A respectiva planície aluvionar mostra o carácter sedimentológico dos materiais fundamentalmente de natureza arenosa grosseira que foram erodidos ao longo do seu trajecto através de rochas predomi-

mar destacado (que desenvolveu um tómbolo) da Pedra Alta. Os esporões inicialmente interceptam parcialmente o transporte longitudinal que se verifica de Norte para Sul, reflectindo-se na acumulação a Norte do esporão e erosão a Sul. Uma vez que parte do material aluvionar é retido a Norte, a acumulação de areias no esporão seguinte é conseguida com a erosão dos maciços dunares a Sul dos esporões. Após a estabilização do enchimento, por acumulação de areias na praia a Norte (barriamar) dos esporões, o transporte para Sul deixa de ser significativamente afectado por estes e os processos erosivos podem continuar havendo défice entre a capacidade de transporte pelas ondas e a chegada de sedimentos para substituição dos que foram "arrastados".

Não existe praticamente transporte litoral proveniente da costa a Norte da foz do rio Minho. As obras exteriores do porto de Viana do Castelo (incluindo o canal de acesso) funcionam também como barreira ao transporte aluvionar: a badia portuária do porto de Viana do Castelo funciona como decantador dos aluviões transportados pelo rio Lima, de onde são retirados por dragagem; o caudal sólido proveniente da costa a Norte é interceptado pelo molhe Norte e/ou pelo canal de acesso ao porto de onde é também removido por dragagem: praticamente não existe qualquer fornecimento aluvionar ao troço para Sul; para além disso, os molhes do porto de Viana e a embocadura do rio Lima induzem a Sul, por difracção, correntes de Sul para Norte que tendem a alimentar o Cabedelo à custa da zona costeira a Norte da foz da ribeira de Anha. A supressão da fonte aluvionar, constituída pelos rios Minho e Lima é compensada pela erosão dos depósitos aluvionares mais antigos (como o atestam as erosões registadas na zona de Rodanho/Amorosa, Pedra Alta e Foz do Neiva), até que ocorra ou o esgotamento desses depósitos, ou o realinhamento da costa arenosa para uma nova posição de equilíbrio.

No entanto, até esta fonte de abastecimento aluvionar veio a ser reduzida pelas obras de protecção da povoação de Pedra Alta - campo de esporões e defesa frontal - que contribuíram para agravar as erosões em zonas consideradas estáveis há alguns anos atrás - Foz do Neiva e praias a Sul - e praticamente interrompida pelo quebra-mar recentemente construído (2001) para melhorar o acesso marítimo ao núcleo piscatório de Pedra Alta, previsto como quebra-mar destacado mas ao qual não foi retirado o "caminho de acesso".

B2 - Escarpamento da duna frontal por erosão marinha

Presentemente, o avanço do mar traduz-se na erosão acelerada da base da duna frontal, que tem carácter reflectivo, alterando o seu perfil e conferindo-lhe um perfil abrupto, em arriba. A erosão é provocada pelo pequeno esporão construído na embocadura do Neiva e provoca ravinhamentos na vertente e abre corredores edificados que potenciam os galgamentos do mar e aceleram a sua destruição. As zonas embrionárias ou primárias das dunas já não existem estando o sistema dunar trun-

20

cado na face voltada para o mar.

B3 - Duna cinzenta

A duna cinzenta apresenta comunidades vegetais complexas com grande diversidade de plantas anuais e arbustivas. É a zona do cordão dunar que apresenta maior diversidade vegetal e animal em função de gradientes de salinidade e temperatura, aqui alterados pelo desaparecimento da praia e das dunas embrionárias e pela proximidade da rebentação. Os musgos são um indicador da maturidade do sistema. No verão, a duna cinzenta atinge elevadas temperaturas e apresenta um cheiro intenso característico. A sua estabilidade está intimamente ligada à conservação do coberto vegetal. A destruição da vegetação, ou a sua ausência, levam a uma movimentação das areias para o interior, sobretudo sob ação do vento e dos galgamentos pelo mar. O pisoteio humano ou a utilização de veículos sobre as dunas aceleram a sua degradação, daí a construção dos passadiços.

B4 - Controlo de espécies invasoras (acácias)

Na zona mais interior da duna são visíveis troncos cortados de acácias, espécies invasoras muito resistentes (como a acácia-de-espigas, *Acacia longifolia*) que proliferam rapidamente e impedem o desenvolvimento das comunidades vegetais estabilizadoras das dunas. Na face mais marítima do cordão dunar a invasão por acácias não é tão visível pois toleram mal os elevados índices de salinidade presentes na humidade salgada (salsugem). Aqui o terreno é colonizado por outras invasoras (como o chorrão-das-praias, *Carpobrotus edulis*). Presentemente, o PNIN tem em curso um programa de controlo destas invasoras que, entre outras medidas, contempla o arranque e abate mecânico das plantas. O controlo mecânico tem de ser permanente, caso contrário a sua eficácia é duvidosa. Verifica-se que o terreno desimpedido das acácias não é facilmente recolonizado por plantas das dunas.

Paragem no ponto C - aspecto a considerar

- C1 - Embocadura do Rio Neiva
- C2 - Depósitos aluvionares

C1 - Embocadura do rio Neiva

É uma geofoma que ocorre no limite norte do PNLP. Primeiro entra no PNLP segundo a direcção NW-SE, rodando para a foz já com orientação W-E. Este rio integra uma bacia hidrográfica, não muito significativa em termos de área, mas constitui-se num importante alimentador sedimentológico para as praias a sul. A sua parte terminal apresenta-se desenvolvida reflectindo-se na sua planície aluvionar. Contudo, a sua foz mostra evidências de fecho, ou tendência para o mesmo, gerando a curva-

29

P ESPOSENDE - EMOCADURA DO CÁVADO



A - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Observações - depois da saída dos ocupantes junto ao ponto A os autocarros podem estacionar junto ao ponto B. A deslocação dos participantes para o ponto B far-se-á a pé e pela praia, caso a meteorologia o permita.

tura com a concavidade voltada para Norte. O seu regime de escoamento é permanente. A margem esquerda apresenta uma pequena restinga que se prolonga em cordão dunar que permite a ocorrência de praia contínua até Esposende.

Rios	Sedimentos totais (10 ³ m ³ / ano)	Sedimentos totais junto ao fundo (10 ³ m ³ /ano)	Sedimentos totais em suspensão (10 ³ m ³ /ano)
Minho	588,1	122,2	865,9
Lima	63,4	6,5	56,9
Neiva	3,5		
Cávado	83,2	8,5	74,7

Débites sedimentares do Neiva e rios próximos

C2 - Depósitos aluvionares

Os depósitos aluvionares, visíveis nas margens e no leito estuário, mostram o carácter sedimentológico dos materiais, fundamentalmente de natureza arenosa grosseira, que foram erodidos ao longo do seu trajecto através de rochas predominantemente graníticas.

Paragem no ponto D - aspectos a considerar

- D1 - Emagrecimento da praia
- D2 - Afloramentos rochosos
- D3 - Perfil da duna frontal em erosão

D1 - Emagrecimento da praia

Estas praias são constituídas por areias e cascalhos (seixos). A origem dos sedimentos das praias está nos materiais oriundos do mar, das linhas de água e da erosão das arribas arenosas. Apresentam, em geral, sedimentos quartzosos finos que junto à embocadura dos rios, ribeiras e na faixa entre-marés se combinam com material de dimensão granulométrica de seixo. É frequente encontrar acumulações de areias de cor negra resultante da erosão de materiais metamórficos com elevada componente limenítica. A estreita faixa de praia do litoral de Esposende é permanentemente actuada pela ondulação e sujeita a fenómenos erosivos de grande intensidade, ocorrendo um progressivo emagrecimento das praias as quais permanecem com uma cobertura arenosa estreita e pouco espessa e de onde sobressaem diversos afloramentos rochosos. O desaparecimento das areias da praia colocou a descoberto depósitos de seixos que se constituem em bancadas e cujo afloramento está em progressão de norte para sul.

Paragem no ponto B - aspectos a considerar

B1 - Ocupação antrópica da duna frontal

B1 - Ocupação antrópica da duna frontal

Este recinto está construído em cima da duna frontal impedindo, tal como as casas, ajustamentos no seu perfil de equilíbrio. Assim sendo, neste local, a parede do recinto incrementa a erosão pois interrompe os mecanismos de troca de sedimentos entre o cordão dunar e a praia, funciona como barreira reflexiva, aumenta a declividade e facilita a entrada de ondas altas.

Este aglomerado de construções e as consequentes estruturas de defesa contribuem para o agravamento da erosão a sul, tendo ocorrido galgamentos do mar na praia de Rio de Moinhos (2005). A partir desta praia e até Esposende os efeitos da erosão encontram-se atenuados pela influência do esporão norte do Rio Cávado. Entre Mar e a foz do Cávado a praia é arenosa, continuando a surgir, embora a menor escala afloramentos rochosos na base do areal. Na zona de Cepães torna a surgir o cordão dunar que se estende até Esposende, tendo sido promovidas algumas acções de estabilização como seja a colocação de paliçadas para retenção de areias.



22

D2 - Afloramentos rochosos

Na área da praia submatina e emersa ocorrem diversos afloramentos rochosos de xistos e quartzitos que se constituem como relevos de dureza favorecendo a dissipação da energia das ondas e dando alguma estabilidade e protecção à linha de costa. Esta função é, aqui, insuficiente para deter os processos erosivos na duna frontal. Junto à foz ocorrem afloramentos xisto-quartzosos e xistos com quílastolite (xistos mosqueados) na zona intertidal. Estes recifes são importantes focos de biodiversidade.

D3 - Perfil da duna frontal em erosão

Constata-se o acentuado pendor do perfil da duna frontal em processo de erosão cuja base é directamente trabalhada pela ondulação. São visíveis ravinaamentos acentuados e blocos da duna frontal, ainda com vegetação agarrada, que se vão desprendendo e caem na plataforma de abrasão. A acção dos ventos, sobretudo do quadrante norte, contribui para a desagregação das areias que caem em cone na base da arriba até serem removidos pela ondulação. No bordo da arriba são visíveis as longas raízes das plantas da duna que são o melhor sistema de retenção das areias quando o cordão dunar está em equilíbrio. Na duna em erosão, a exposição das raízes das plantas conduz rapidamente à sua morte perdendo-se um importante factor de coesão dos materiais.

27

A3 - Falência das estruturas de protecção**A4 - Regulação do leito das ribeiras****A1 - Frente edificada em risco e colapso de estradão**

Nesta zona existe uma frente edificada sobre a duna frontal que impede o ajuste do perfil de equilíbrio da praia e contribuiu para um aumento do recuo das arribas, o qual, a curto/médio prazo, provocará a destruição das urbanizações. Nesta zona, em apenas um ano perderam-se 30 metros de praia e 26 casas estão em risco. O estradão que se estendia para sul, paralelo à praia, foi destruído sendo substituído por um caminho pedestre que, também ele, já apresenta grandes fissuras.

A2 - Emagrecimento da praia e desaparecimento da duna frontal

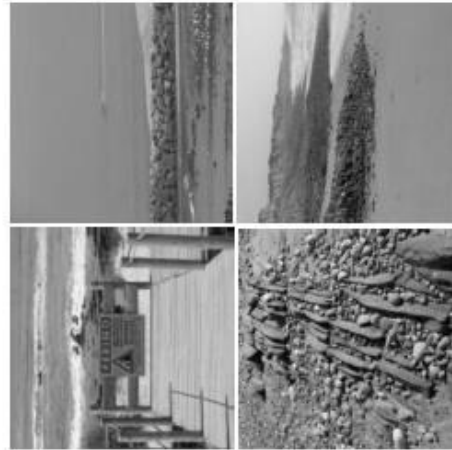
A praia de Mar, com o seu vasto areal, era uma das melhores da região. Presentemente, a praia desapareceu com consequente destapamento de afloramentos rochosos e a duna frontal foi totalmente erodida. Assim, a rebenitação tem caminho livre para fustigar a base das construções e invadir os terrenos agrícolas, por via de galgamentos, como já aconteceu a sul das urbanizações. Isto, apesar dos afloramentos rochosos e da bancada de seixos dissipa em parte da energia das ondas.

A3 - Falência das estruturas de protecção

Um enrocamento de blocos de granito e a instalação de muralhas de sacos cheios de areia foram defesas já ensaiadas, muitas a expensas dos proprietários das habitações, mas sem grandes resultados. Verifica-se que os paredões frontais, como os enrocamentos de pedra, paralelos à linha de costa, diminuem a largura da praia e aumentam a sua declividade, dando azo a ondas mais altas. Quanto maior a altura e a robustez do enrocamento, maior ficará o ângulo de inclinação da plataforma de rebenitação e, devido à maior profundidade, mais altas serão as ondas, conduzindo à total remoção das areias da praia.

A4 - Regulação do leito das ribeiras

Os cordões dunares do litoral de Espoços apresentam-se intercalados por algumas aberturas provocadas por pequenos cursos de água que têm favorecido a erosão dunar e mesmo o alagamento pelo mar dos terrenos agrícolas interiores. A maioria destes cursos de água tem um regime muito irregular, o que favorece a colmatação cíclica das embocaduras e a sua divagação, o que provoca frequentemente a erosão da duna pelo interior: com a colmatação da embocadura, o leito da ribeira instala-se nos espaços interdunares explorando e aprofundando as zonas mais frágeis da duna - corredores eólicos e provocados pelo pisoteio ou por anteriores galgamentos. Cercar as margens das ribeiras, como se verifica neste local, tem por objectivo fixar a sua embocadura e evitar a remoção das areias das margens.



23

BELINHO

P



A - Estacionamento e saída dos participantes para circuito a pé.

Observações - o percurso de A para B pode fazer-se a pé, sobre a bancada de seixos. O regresso será pelo caminho interior que separa a duna frontal dos campos agrícolas.

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

A1 - Bancada de seixos

26

S. BARTOLOMEU DO MAR

P



A - Estacionamento dos autocarros e saída dos participantes.

Observações - o ponto A corresponde ao início de um caminho que já não existe. O recinto, no ponto B, foi parcialmente destruído em 2004.

Paragem no ponto A - aspectos a considerar

A1 - Frente edificada em risco e colapso de estradão

A2 - Emagrecimento da praia e desaparecimento da duna frontal

24

A1 - Bancada de seixos

Esta é, actualmente, uma praia de seixos. Depois da areia da praia ter sido completamente removida, expondo os depósitos de seixos, o risco de erosão da duna frontal está diminuído. A destruição da praia ficou a dever-se, em grande parte, à construção dos molhes portuários de Viana do Castelo e ao campo de pequenos esportistas na Foz do Neiva. Entre 2001 e 2003 esta praia perdeu entre 30 a 40 metros. O baixo risco actualmente considerado para a praia de Belinho, entre outros factores, é também uma consequência da existência de uma bermã de praia constituída por uma crista de seixos com altura de 4 a 5m e largura variável, disposta paralelamente ao cordão dunar, que confere um novo equilíbrio morfodinâmico à praia. A sua presença atenua significativamente a acção energética das ondas sobre as arribas arenosas talhadas nas dunas, contribuindo para que os valores da erosão e recuo das arribas seja bastante reduzido comparativamente ao ocorrido nas praias arenosas.

Paragem no ponto B - aspectos a considerar

- B1 - Galgamento do mar (*overwash*)
- B2 - Estruturas de defesa

B1 - Galgamento do mar (*overwash*)

Os galgamentos do mar são as geoformas cujos mecanismos de génese são os mais destrutivos da faixa costeira em estudo. Entre os estuários do Cávado e do Neiva estão identificados dez galgamentos incluindo este, do Belinho. Um galgamento do mar consiste na transposição, pelas águas do mar, da duna frontal ou de outras barreiras arenosas, sobretudo quando ocorrem tempestades, provocando o seu desaparecimento progressivo. Para o interior da duna frontal ou da barreira formam-se leques de galgamento formados por areias de praia, fragmentos de rocha, conchas e detritos diversos (plásticos, vidros, cerâmicas, flutuadores, madeiras, redes, etc.). A invasão de campos agrícolas por galgamentos do mar implica a forte salinização do solo e, regra geral, a destruição e posterior abandono das culturas, como sucedeu nesta zona.

B2 - Estruturas de defesa

O galgamento do mar motivou a construção de estruturas de defesa na forma de barrica de madeira com intenção de reter areias transportadas de norte para sul. Não funcionou e hoje retém seixos depositados por acção do mar. Outro tipo de estruturas frequentes são as paliçadas nas dunas, uma espécie de

25

grade de ripas de madeira que é fixada sobre a duna ou zona arenosa a preservar. Não substitui de forma alguma a capacidade de fixação de areias das longas raízes das plantas das dunas mas, ao bloquear o transporte de areias pelo vento e forçar a deposição dos sedimentos na sua base, pode favorecer a preservação do sistema dunar. No entanto, em muitos locais não surtem o efeito desejado e, sem manutenção, são facilmente degradadas e destruídas, inclusive pelos banhistas que não entendem a sua função.

Paragem no ponto C - aspectos a considerar

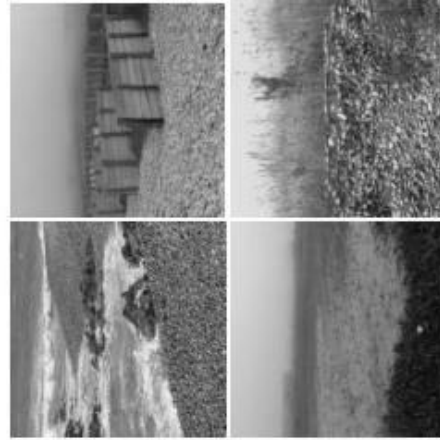
- C1 - Abandono dos campos de cultura
- C2 - Depósitos de seixos no perfil da duna frontal

C1 - Abandono dos campos de cultura

Neste ponto é visível o abandono dos campos de cultura e a sua cobertura parcial com areias de praia transportadas pelo último galgamento do mar.

C2 - Depósitos de seixos no perfil da duna frontal

Na face interior da duna frontal pode observar-se o perfil da duna destacando-se as camadas correspondentes aos depósitos de seixos.



Anexo 16 - Prémio de Mérito na 9.ª edição do Prémio Fundação Ilídio Pinho “Ciência na Escola”.



A Fundação Ilídio Pinho, numa iniciativa de desenvolvimento das áreas da Ciência e Tecnologia, através do Prémio “Ciência na Escola” certifica, que a **Escola Secundária Fafe** participou com o projecto “**Da Natureza ao Laboratório - Pedras e Coisas Vivas da Queimadela**”, considerado de mérito no Concurso de Ideias da 9ª edição do Prémio, ano lectivo 2010/2011.

Porto, 28 de Fevereiro de 2011

O Presidente da Fundação



Anexo 17 - Prémio de Mérito na 9.ª edição do Prémio Fundação Ilídio Pinho “Ciência na Escola”.



Anexo 18 – Prémio de Mérito na 12.^a edição do Projeto “Ciência na Escola”, da Fundação Ilídio Pinho.



CERTIFICADO

Certifica-se que o/a Agrupamento de Escolas de Fafe participou com o Projeto A Ciência dos Microrganismos na Produção e Conservação de Alimentos, do 4.º escalão, coordenado por Rui Alberto Ferraz da Cunha Freitas, considerado de Mérito pelo Júri Regional do Concurso de Ideias do Projeto «CIÊNCIA NA ESCOLA» - Fundação Ilídio Pinho.

O coordenador nacional

José Alberto Duarte

Anexo 19 – Prémio de Mérito na 13.^a edição do Projeto “Ciência na Escola”, da Fundação Ilídio Pinho.



Anexo 20 – Prémio de Mérito na 13.^a edição do Projeto “Ciência na Escola”, da Fundação Ilídio Pinho.



Anexo 21 – Prémio de Mérito na 14.^a edição do Projeto “Ciência na Escola”, da Fundação Ilídio Pinho.



Anexo 22 – Recriação de uma Feira Medieval.

Notícias de Fafe

Actualidade

21 de Junho 2013 | 11

Três dias de muita animação na cidade Feira Medieval agradou aos fafenses

Elsa Lima
elsalima@noticiasdefafé.com

No passado fim-de-semana o centro da cidade acolheu, pela primeira vez, uma Feira Medieval que atraiu centenas de pessoas durante os três dias de realização, numa promoção do Agrupamento de Escolas de Fafe, através dos alunos do Curso Profissional de Animação Sociocultural, Organização de Eventos e da Empresa Decorações de Sonho, com o apoio da Câmara.

O objectivo passou por dar a conhecer à população hábitos e costumes da idade média, transformando a praça mais central da cidade numa área de lazer, de encontro e de negócio que contou com a presença de 30 artesãos oriundos de Fafe, Guimarães, Braga, Barcelos, Porto, Santa Maria da Feira, Constança, Mealhada, Alcanena e outros pontos do país que, de uma maneira geral, se mostraram agradados com a feira, manifestando a vontade de voltar numa próxima oportunidade.

A iniciativa contou com diversos momentos de animação em paralelo à feira que



foram chegando são mais do que motivo para considerarmos seriamente a apresentação da proposta de organização da Feira Medieval de Fafe acrescentaram.

Uma feira que, ainda assim, tencionam melhorar no



largamente às expectativas, decoraram a NF.

Dado o sucesso, equacionam com entusiasmo a realização de uma segunda edição, no próximo ano. Também em consideração o enorme sucesso que o evento logrou alcançar junto da comunidade local e, particularmente, junto da comunidade educativa, aliado ao extenso conjunto de elogios que, desde a cerimónia de abertura até ao encerramento do certame, nos

No final dos três dias, milhares de visitantes, os promotores mostraram-se satisfeitos pela forma como o evento foi acolhido pela população. Na hora de recuperar os cansaços e proceder à avaliação da actividade fica-nos a rubrica da sensação de que todos os esforços, bem como o investimento efectuado, em termos de tempo e recursos humanos, foram eficientemente rentabilizados ao ponto de considerarmos ter superado


envolveram cerca de 300 alunos do agrupamento, e 40 professores, com momentos de dança, teatro e música, apoiados pelo grupo "Sons de Santa Maria", de Santa Maria da Feira.

Para além das diversas tendas com artigos "medievais", os visitantes tiveram ainda oportunidade de explorar o futuro em tendas de vidrentes, provar potões mágicas ou render-se a iguarias gastronómicas sugestivas.



Anexo 23 – As Tecnologias da Informação na Didáctica das Ciências Naturais.

Escola Secundária de Fafe
ESTA CONFORME O ORIGINAL
Fafe, 04.12.1996
O chefe de Serviço de Administração



CEFOP/FAFE
Centro de Formação da Associação de Escolas de Fafe

CERTIFICADO

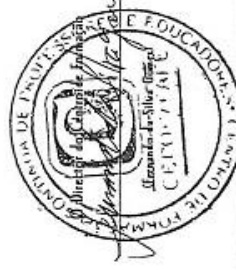
Fernando da Silva Gomes, Director do Centro de Formação da Associação de Escolas de Fafe (CEFOP/FAFE), Entidade Formadora legalmente acreditada nos termos do artº 2º do Decreto-Lei nº 249/92, de 9 de Novembro, com as alterações que lhe foram introduzidas pela Lei nº 60/93, de 20 de Agosto e pelo Decreto-Lei nº 274/94, de 28 de Outubro, certifica, conforme o consignado no artº 1º do mesmo diploma, que o(a) Professor(a):

José Joaquim de Oliveira Teixeira

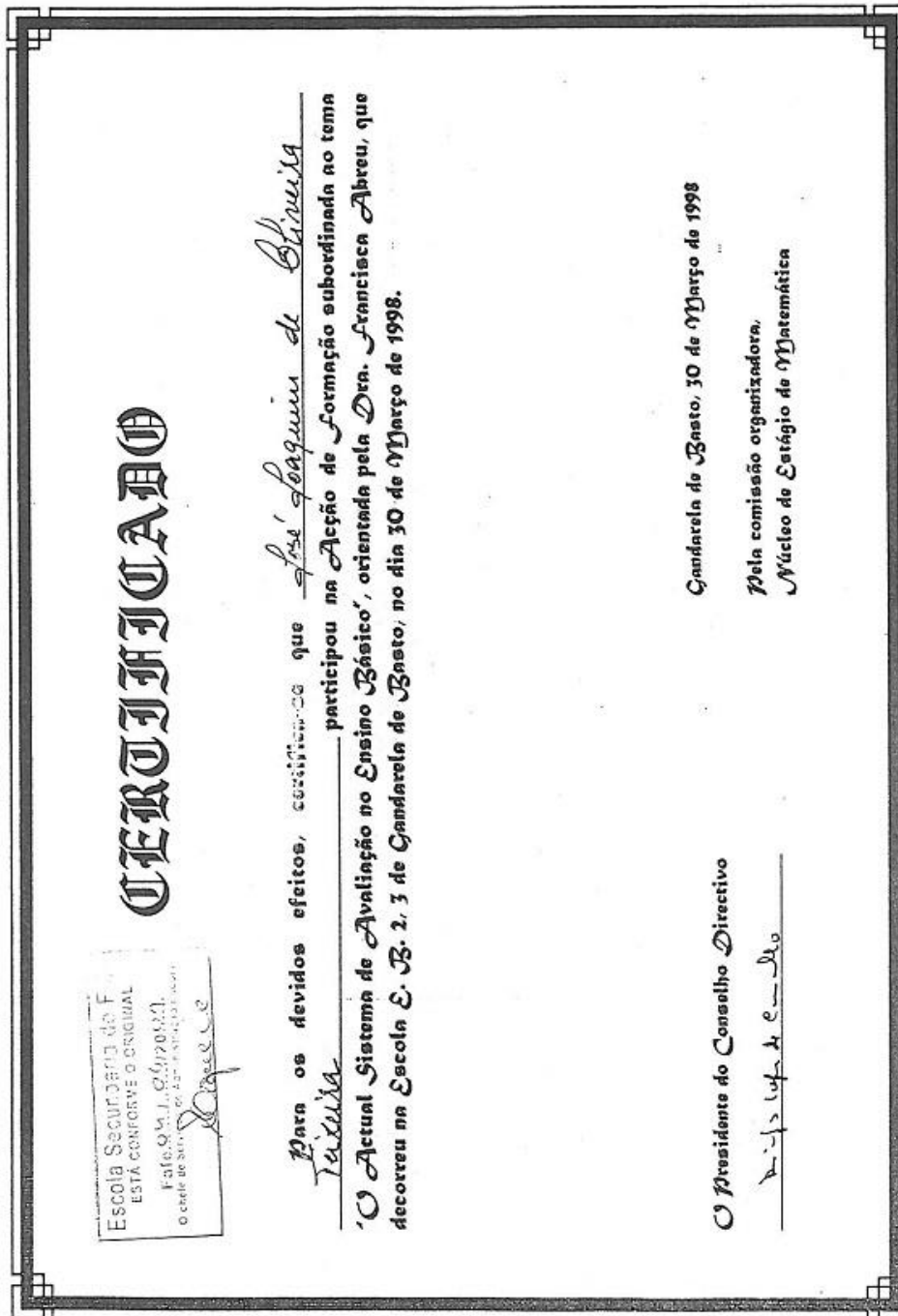
concluiu com aproveitamento a Acção de Formação "As Tecnologias da Informação na Didáctica das Ciências Naturais", com a duração de 50 (cinquenta) horas, acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com 2 (duas) unidades de crédito, orientada pelo dr. José Manuel da Silva Salsa, promovida e realizada por esta entidade formadora entre 14 de Outubro e 16 de Dezembro de 1996 na Escola Secundária de Fafe.

Por ser verdade e me ter sido pedido, mandei fazer este certificado, em Fafe, a 20 de Dezembro de 1996, assinado por mim, Director do Centro, e autenticado com o carimbo em uso nesta Entidade Formadora.

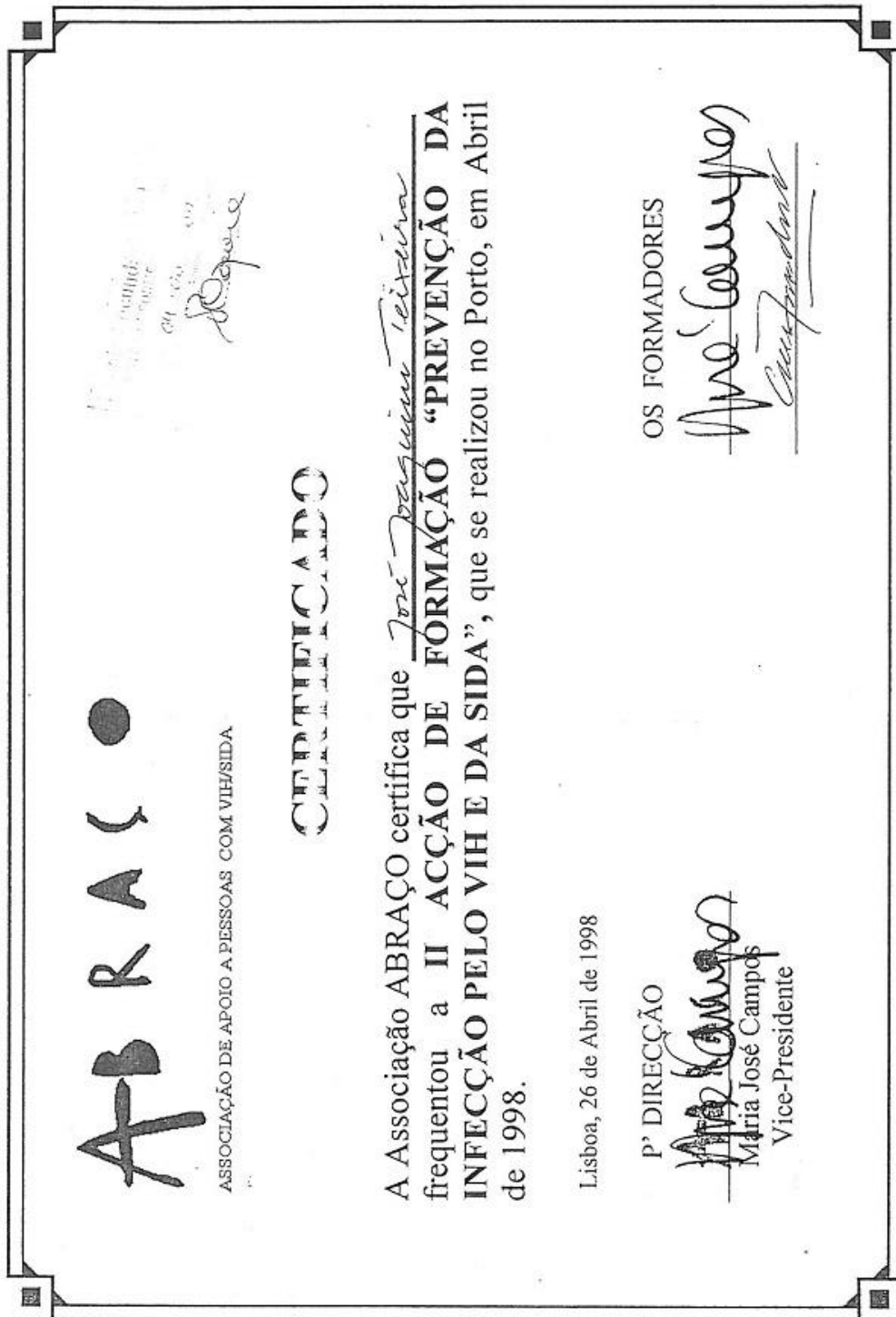
CEFOP/Fafe, em 20 de Dezembro de 1996




Anexo 24 – O Actual sistema de avaliação no Ensino Básico.




Anexo 25 – II Acção de Formação “Prevenção da Infecção pelo VIH e da SIDA”.



Anexo 26 – O Diretor de Turma no Novo Modelo Organizacional da Escola.



CENTRO DE FORMAÇÃO DE BASTO



Certificado

Nome: José Joaquim de Oliveira Teixeira

Nível de Ensino: 3º Ciclo e Secundário

B.I n°: 9867596 de 25/11/1997

Escola: EB 2,3 de Gandarela

Arquivo: Braga

Concelho de: Celorico de Basto

Residente em: 4860 Cabeceiras de Basto

Frequentou a Ação Formação: O Director de Turma no Novo Modelo Organizacional da Escola de 21 / 04 / 98 a 23 / 06 / 98 promovida por este Centro de Formação e orientada pelo(s) formador(es): Gaspar M. Teixeira e Manuel B. L. Araújo

Nº de horas: 50

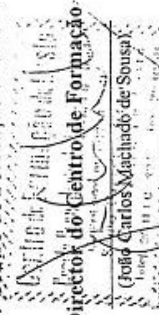
Nº de créditos: 2

Modalidade: Curso de Formação

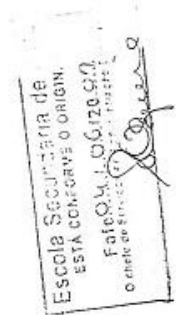
Entidade Formadora: Centro de Formação de Basto

Escola Profissional Agrícola de Fermil de Basto, 1 de Julho de 1998:

O Director do Centro de Formação



(João Carlos Machado de Sousa)



Anexo 27 – As doenças genéticas na saúde pública.

CERTIFICADO

Escola Secundária de
ESTA CONFORME O ORIGINAL

Fato Nº 06/2007
O chefe de Serviço de Registo e Controlo

Certifica-se que José Joaquim de Oliveira
Teixeira esteve presente na
Acção de Formação "As doenças genéticas na saúde pública", sob a
orientação do Dr. Vaz Osório, do Instituto de Genética Médica
Jacinto de Magalhães do Porto. Esta Acção de Formação decorreu
na Escola Básica 23 de S. João de Ponte, no dia 8 de Fevereiro de
1999.

Vila de Ponte, 8 de Fevereiro de 1999

Por A comissão organizadora
Área Disciplinar de Ciências Físicas e Naturais
Cecília Cristina Sousa
Sandra Isabel S. Gomes

A Presidente do Conselho Directivo
Helena M. J.

Anexo 28 – 1.ª Jornadas de Educação – O Contexto Local na Construção do Acto Educativo.

JORNADAS de EDUCAÇÃO

Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira participou nas 1.ªs JORNADAS de EDUCAÇÃO que se realizaram em Fafe nos dias 15 e 16 de Abril 1999

Escola Secundária de Fafe
ESTA COMPROVA O EXISTIR
Fafe, dia 17 de Abril de 1999
o Diretor da Escola
[Signature]

Presidente da Câmara
[Signature]
(D. José Ribeiro)

CÂMARA MUNICIPAL de FAFE

O CONTEXTO LOCAL na CONSTRUÇÃO do ACTO EDUCATIVO

CÂMARA MUNICIPAL DE FAFE - educação
CENTRO DE FORMAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE ESCOLAS DE FAFE

Anexo 29 – “Encontros de Basto (2.ª Edição): A Globalização e Diversidade dos Projectos Curriculares.

ENCONTROS DE BASTO

2ª Edição

Diploma

José Joaquim Oliveira Teixeira
 Director do Centro de Formação do Basto, sediado na Escola Profissional Agrícola de Fertil de Basto, em Celadico de Basto, certifica que *José Joaquim Oliveira Teixeira* participou no Seminário "A Globalização e Diversidade dos Projectos Curriculares" no dia 28 de Abril de 1999, dos Encontros de Basto 2ª Edição, realizado em Fertil de Basto.

FERMIL DE BASTO, 28 Abril DE 1999

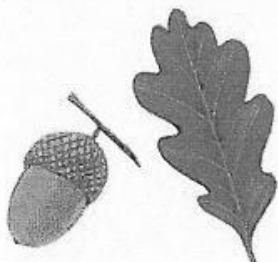
O Director do CFB
 Centro de Formação do Basto
 Escola Secundária do Original
 Celadico de Basto
 4850-101 Celadico de Basto

ESCOLA SECUNDÁRIA DO ORIGINAL
 ESTA CONFORME O ORIGINAL
 Fato: 04.11.09 12:09
 Escola Secundária do Original
 Celadico de Basto

Associação de Pedagogos do Ensino Profissional
prodep

Anexo 30 – O Carvalho da Nossa Região.

Escola EB 2,3 de Montelongo - Fafe

CERTIFICADO**SEMINÁRIO**
O Carvalho
da Nossa Região

Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira
participou no Seminário "**O CARVALHAL DA NOSSA**
REGIÃO" realizado no dia 21 de Março de 2000, no Auditório da
Casa Municipal de Cultura de Fafe, organizado no âmbito do
Projecto "TRILHOS DO FUTURO".

Fafe, 21 de Março de 2000

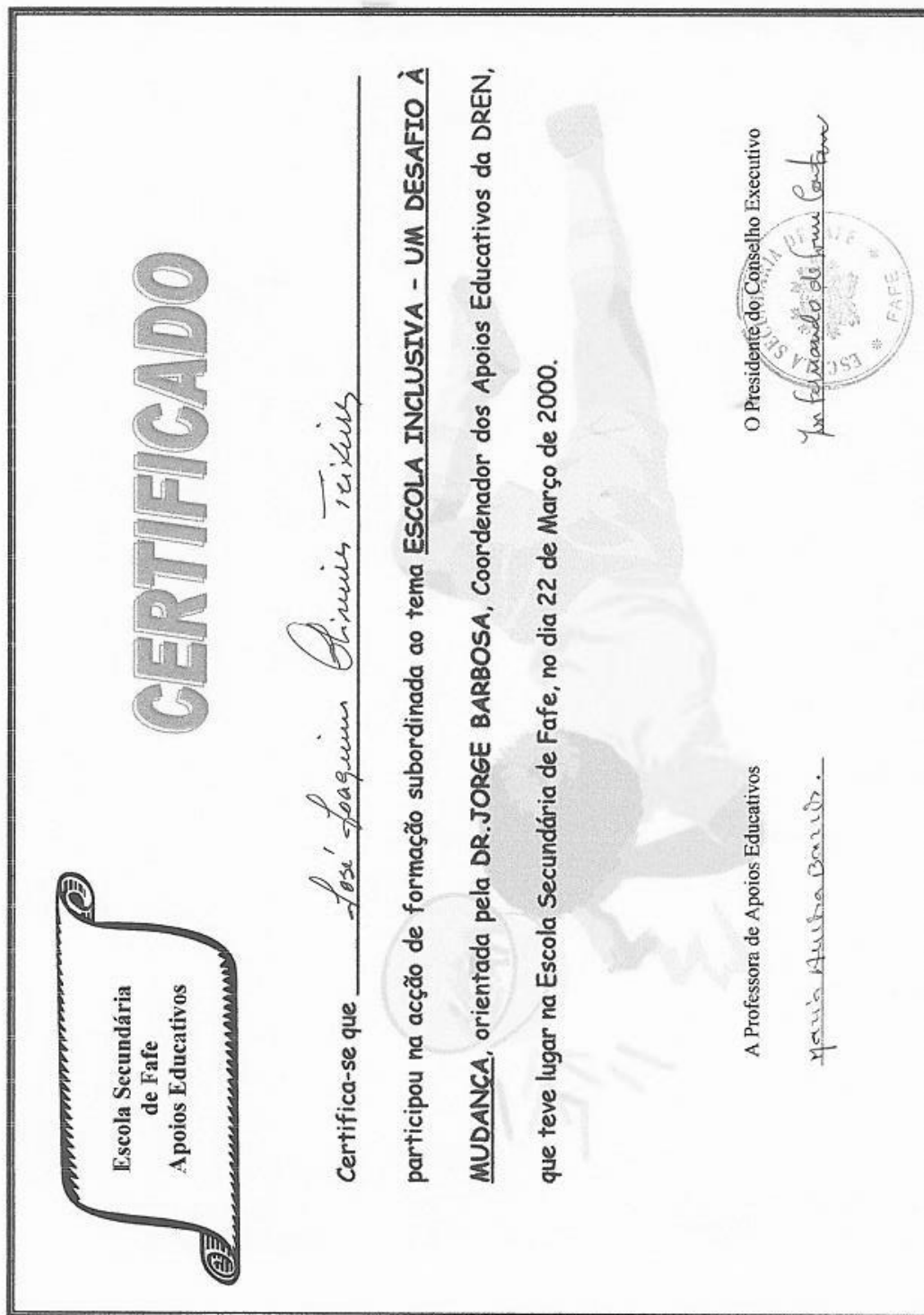
O Coordenador do Projecto

Handwritten signature of José Joaquim Oliveira Teixeira.

O Presidente do Conselho Executivo

Handwritten signature of António Fernandes.

Anexo 31 – Escola Inclusiva, um Desafio à Mudança.



Anexo 32 – 2.^{as} Jornadas de Educação: Escola – Educar para a Cidadania.

as
2

JORNADAS de EDUCAÇÃO


Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira
participou nas 2.^{as} JORNADAS de EDUCAÇÃO, que se realizaram em Fafe nos dias
24 de Março de 2000

O Presidente da Câmara
(Dr. José Ribeiro)

CÂMARA MUNICIPAL DE FAFE - educação
CENTRO DE FORMAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE ESCOLAS DE FAFE

**ESCOLA - EDUCAR
PARA a CIDADANIA**

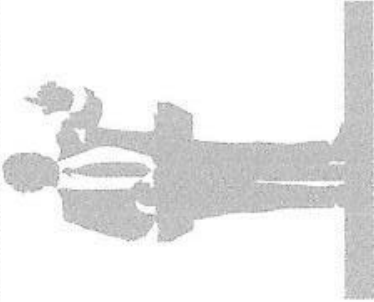
Anexo 33 – Personalidades do Milénio.



CERTIFICADO

Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira

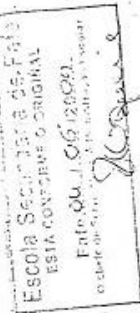
participou na videoconferência subordinada ao tema PERSONALIDADES DO MILÉNIO, proferida pelos oradores Professor Doutor Hernâni Maia, Professora Doutora Raquel Gonçalves e Professor Doutor José Manuel Mendes que teve lugar na Escola Secundária de Fafe, no dia 19 de Maio de 2000.



Pel' Os Núcleos de Estágio
Carvalho

O Presidente do Conselho Executivo
José Manuel Mendes de Sousa Carvalho

Anexo 34 – As TIC e a Direcção de Turma.



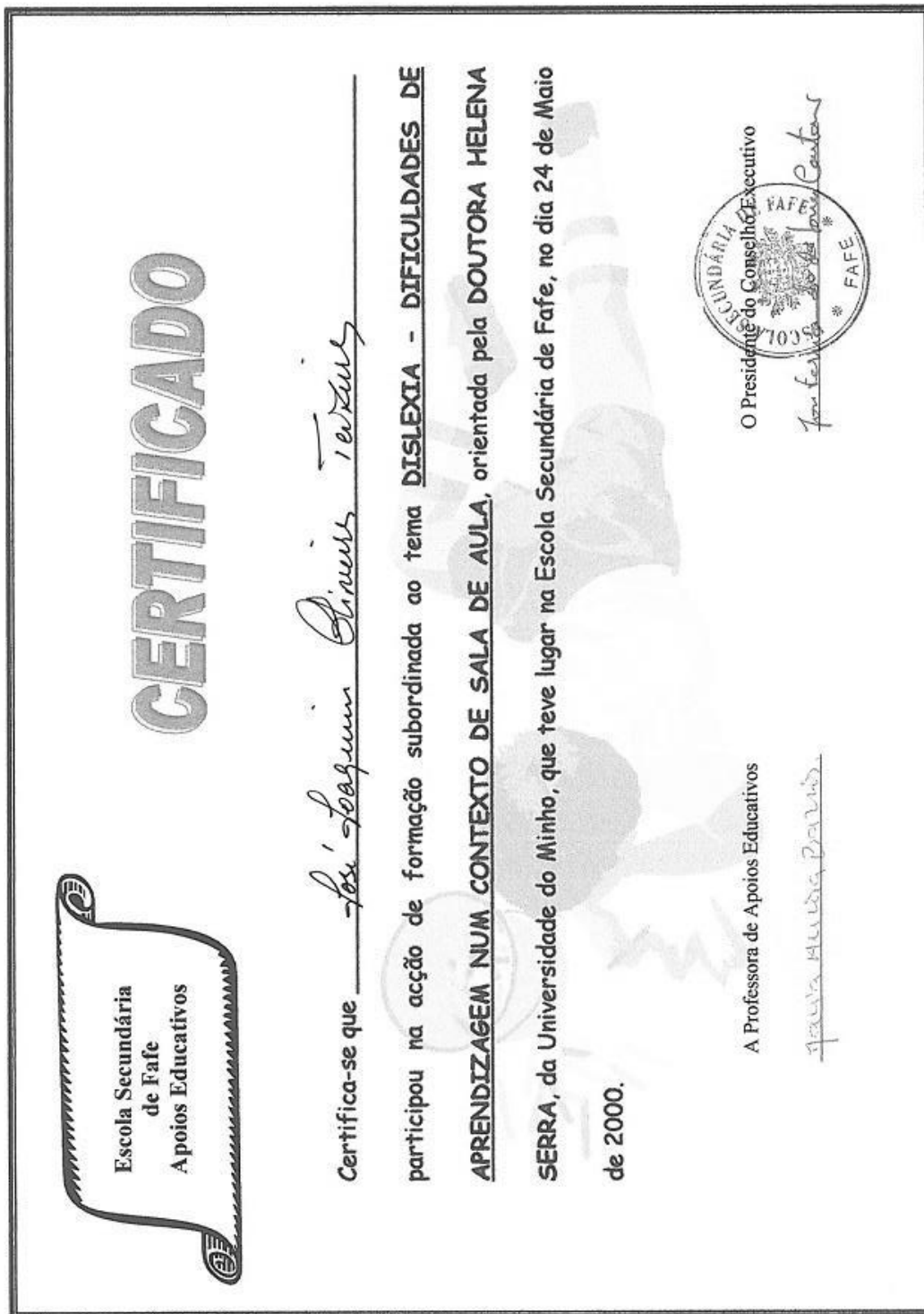
CERTIFICADO

Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira participou na sessão "As TIC e a Direcção de Turma" promovida pelo Centro de Competência Nónio Século XXI da CERCIFAF e pela Coordenação dos Directores de Turma da Escola Secundária de Fafe e realizada no Auditório da Casa Municipal da Cultura de Fafe e no Centro de Competência da CERCIFAF, no dia 21 de Fevereiro de 2001, entre as 9.30 e as 18.30 horas.

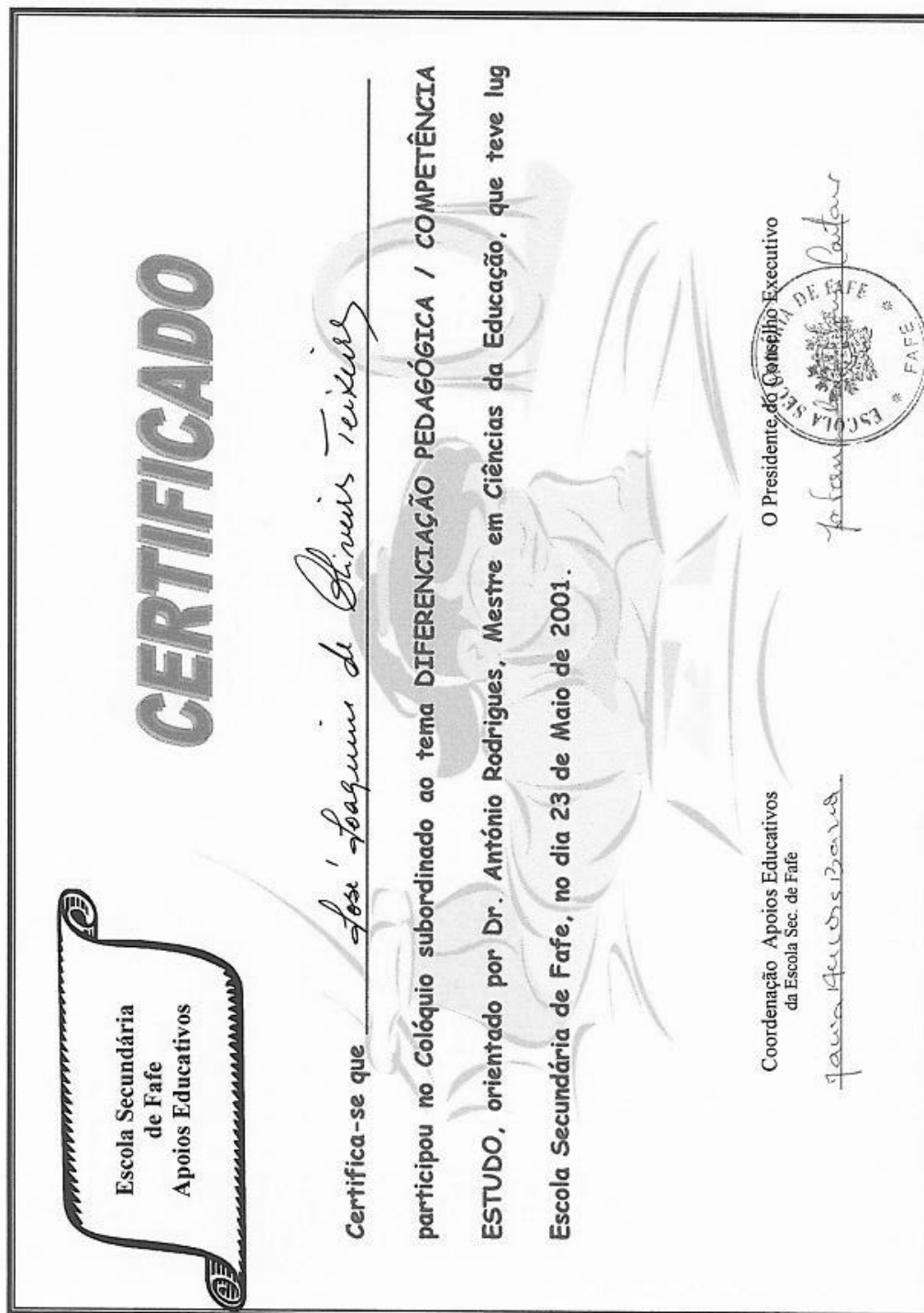
José Manuel S. Salas
 Coordenador do Centro de Competência

Fafe, 21 de Fevereiro de 2001

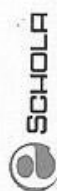
Anexo 35 – Dislexia - Dificuldades de Aprendizagem num Contexto de Sala de Aula.



Anexo 36 – Diferenciação Pedagógica/Competência no Estudo.



Anexo 37 – As TIC na Didáctica das Ciências Naturais – Iniciativa eSchola 2002.



CERTIFICADO

Certifica-se que o(a) professor(a) José Joaquim Oliveira Teixeira
participou, no dia 10 de Abril de 2002, na CERCIFAF, na sessão "As TIC na Didáctica da
Ciências Naturais", promovida pelo Centro de Competência Nónio da CERCIFAF, no âmbito
da iniciativa eSchola 2002.

Fafe, 10 de Abril de 2002

O Coordenador do Centro de Competência
José Manuel S. Salsa

Anexo 38 – Seminário “Qualidade da Pedagogia na Universidade”



Anexo 39 – As TIC na Didáctica das Ciências Naturais.

CERTIFICADO

Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira participou na sessão de formação "As TIC na Didáctica das Ciências Naturais", promovida pelo Centro de Competência Nónio Século XXI da CERCIFAF e orientada pelo Dr. José M. S. Salsa, na CERCIFAF, no dia 20 de Fevereiro de 2003, entre as 14.30 e as 18.30 horas.

Fafe, 20 de Fevereiro de 2003

CENTRO DE COMPETÊNCIA NA CERCIFAF
PROCESSOS NÃOVIO SÉC XXI

J. M. S. Salsa
O Coordenador do Centro de Competência
(José Manuel S. Salsa)

Anexo 40 – Formação de formadores e mediadores de cursos EFA.

Direcção Geral
de Formação Vocacional
Ministério da Educação - Unidade Regional do Norte

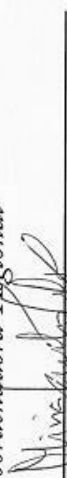
Certificado de Participação

Formação/CURSOS EFA

A Direcção Geral de Formação Vocacional - Unidade Regional do Norte – certifica que José Joaquim Oliveira Teixeira participou no encontro de formação de formadores e mediadores de cursos EFA que decorreu no dia 7 de Maio de 2003, no Centro de Formação Profissional de Basto.

Celorico de Basto, 7 de Maio de 2003-05-02

A coordenadora Regional



Olívia Santos Silva

Anexo 41 – Seminário “Multimédia e Prática Docente”.

CERTIFICADO

6ª edição
Cabeceiras
de Basto

eb



Certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira,
participou no seminário
“**Multimédia e Prática Docente**”, no dia 15 de
Maio de 2003, no Auditório Municipal Ilídio dos
Santos, em Cabeceiras de Basto.

encontros

O Director do Centro de Formação de Basto

Fermil de Basto, 15 de Maio de 2003


João Carlos Machado de Sousa



Anexo 42 – Seminário “Reflectir Basto”.



Anexo 43 – Aperfeiçoamento Pedagógico de Formadores.



Associação Empresarial de Fafe,
Cabeceiras de Basto e Celorico de Basto

CERTIFICADO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL
(Dec. Reg. n.º 35/2002, de 23 de Abril de 2002)

Certifica-se que José Joaquim de Oliveira Teixeira, natural de Basto - Cabeceiras de Basto, nascido(a) a 17-02-1972, nacionalidade Portuguesa, sexo Masculino, portador(a) do Bilhete de Identidade n.º 9867596, emitido por Braga em 25-11-1997, concluiu, com aproveitamento, em 10-07-2003, o Curso de Formação Profissional de

APERFEIÇOAMENTO PEDAGÓGICO DE FORMADORES

que decorreu de 26-05-2003 a 10-07-2003 com a duração total de 60 horas, tendo obtido a classificação final de Muito Bom numa escala de Muito Insuficiente a Muito Bom.

Fafe, 4 de Julho de 2003

O Responsável pela Entidade Formadora,



Certificado N.º 21/2003



União Europeia
Fundo Social Europeu



Programa Operacional de Emprego,
Formação e Desenvolvimento Social



Ministério da Segurança Social e do Trabalho
Secretária de Estado do Trabalho

CURSO: Aperfeiçoamento Pedagógico de Formadores

MODALIDADE DE FORMAÇÃO: Contínua

ÁREA DE FORMAÇÃO: 141 – Formação de Professores/Formadores

SAÍDA PROFISSIONAL: Não confere

COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS:

Situar o papel do formador no sistema onde desenvolve a sua actividade e definir o respectivo perfil de competências desejável; Relacionar os diferentes vectores de intervenção, ao nível da gestão de formação, bem como os respectivos meios e instrumentos de suporte; aplicar tecnologias de formação, designadamente de informação e comunicação, no desenvolvimento qualitativo da sua prática pedagógica; Preparar, desenvolver e avaliar sessões de formação, tendo em conta a facilitação do processo de aprendizagem, pela selecção e aplicação dos métodos, técnicas e meios pedagógicos mais adequados e a operacionalização da formação pela definição de objectivos operacionais e pelo controlo de resultados.

PLANO CURRICULAR:

UNIDADES DE FORMAÇÃO	HORAS
Gestão da Formação	8
Sistemas de Formação	8
Metodologias de Formação	22
Tecnologias de Formação	22
Total	60

OBSERVAÇÕES:

Este Curso não confere nível de formação e/ou equivalência escolar. Acção de Formação considerada relevante pelo Instituto de Emprego e Formação Profissional para renovação do Certificado de Formador.

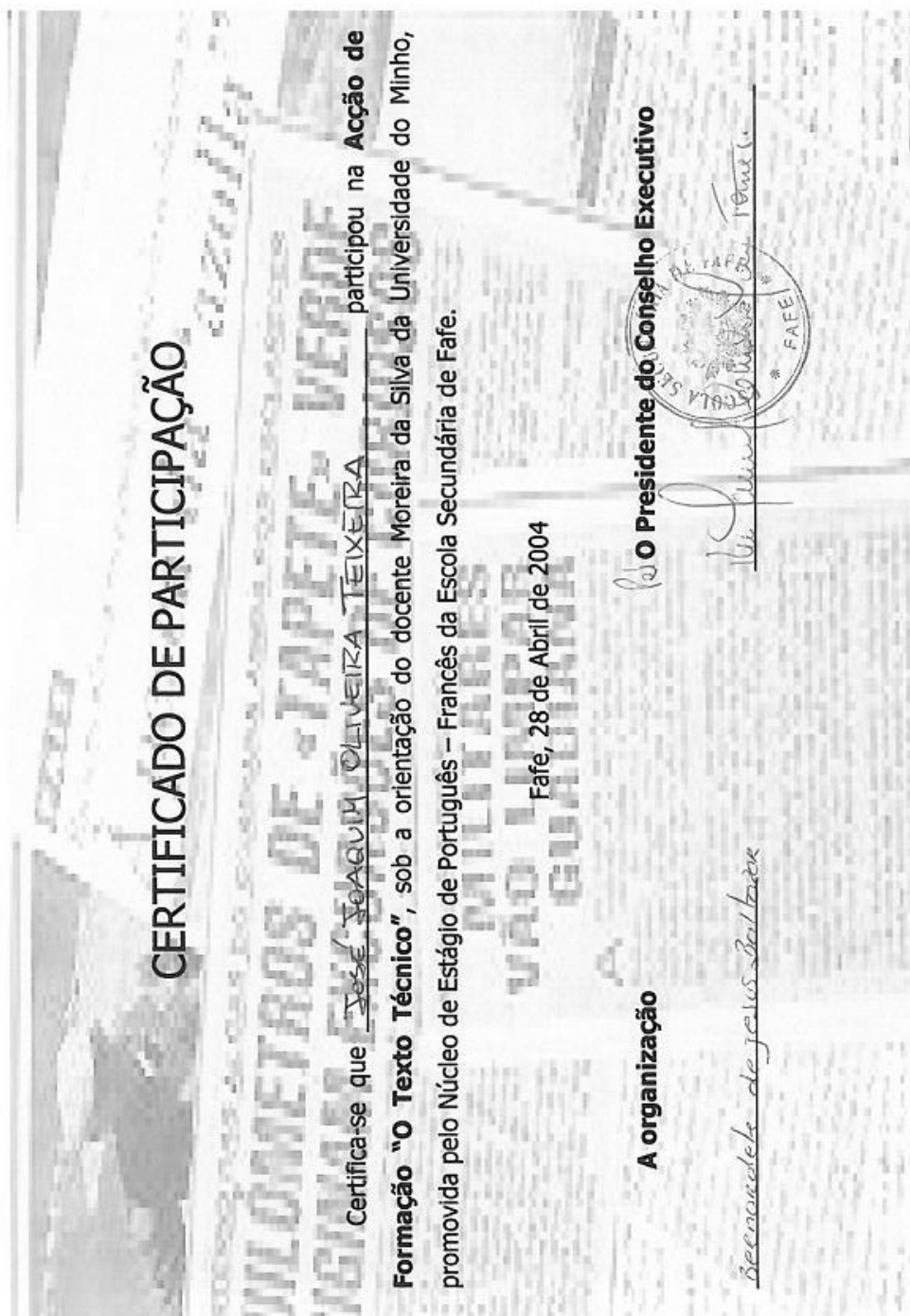
Escala de Avaliação										
Nível	5		4		3		2		1	
Percentual	90	100	75	89	50	74	20	49	0	19
Qualitativa	Muito Bom		Bom		Suficiente		Insuficiente		Muito Insuficiente	

Entidade Formadora: ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DE FAFE, CABECEIRAS DE BASTO E CELORICO DE BASTO
 Sede: Praça 25 de Abril, 190, 4820-142 Fafe Tel. 253599278 Fax. 253590942
 Delegações: Cabeceiras de Basto: Tojeirinhas – Ed. Centro de Saúde, Piso 0, 4860-083 Arco de Baulhe Tel. 253664784
 Celorico de Basto: Rua 5 de Outubro, Britelo, 4890-226 Celorico de Basto Tel./Fax. 255323884

Anexo 44 – Sessão de Apresentação do Plano de Formação do CFAE/FAFE para 2004.



Anexo 45 – Ação de formação “O Texto técnico”.



Anexo 46 – Seminário sobre Transgênicos.

Escola Secundária de Fafe
Certificado de Participação

Certifica-se que o professor José Joaquim Oliveira Teixeira participou no Seminário sobre "Transgênicos" decorrido no dia 29 de Abril de 2004, pelas 10h15m, na Escola Secundária Fafe, no âmbito da realização da Semana da Ciência, organizado pelo núcleo de Estágio de Biologia e Geologia.

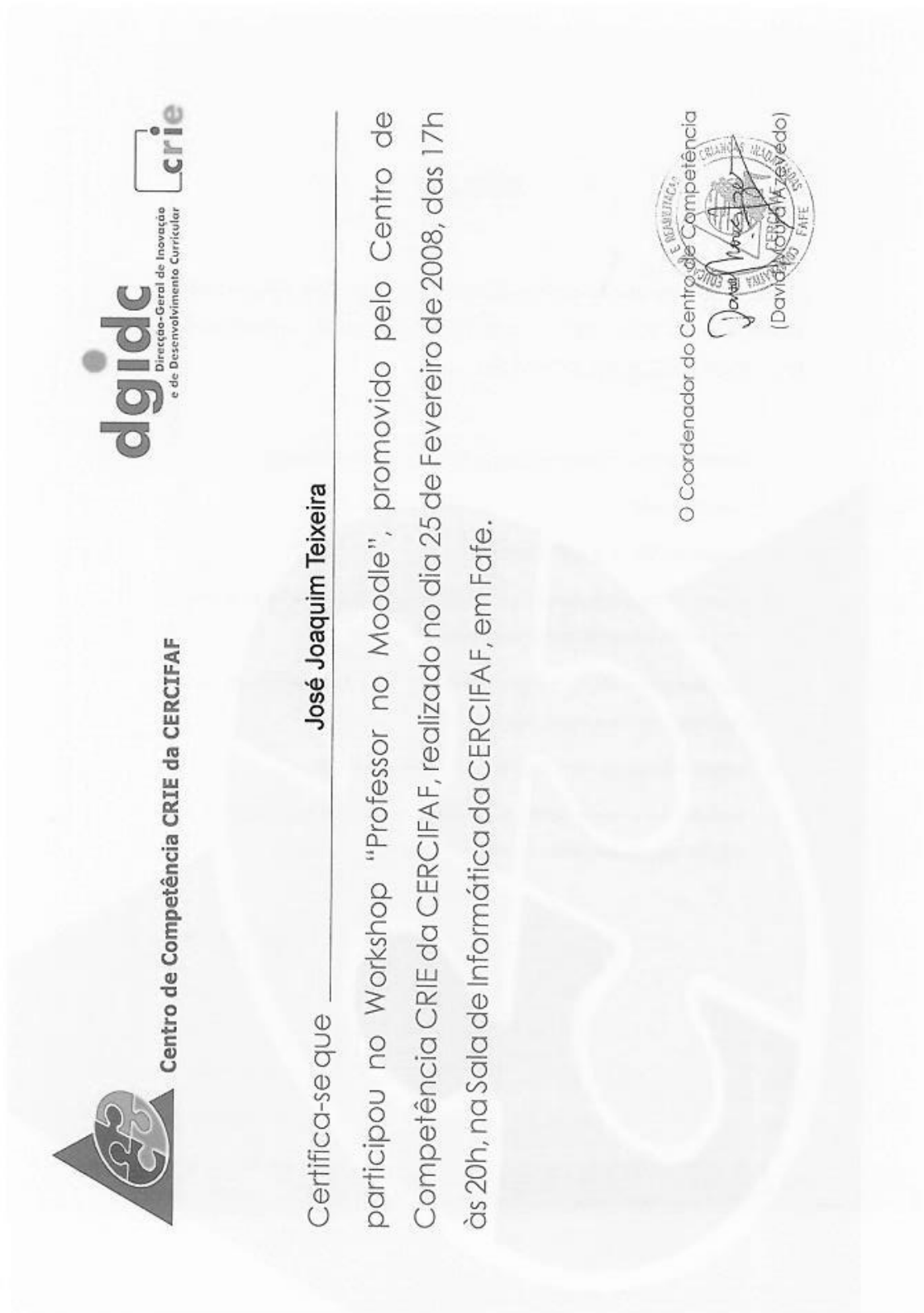
Fafe, 29 de Abril de 2004

Representante do Núcleo de Estágio

Daniela Rodrigues

Roberto Presidente do Conselho Executivo


Anexo 47 – Workshop “Professor no Moodle”.



PROGRAMA

Introdução ao sistema Moodle de gestão de ensino/aprendizagem e de trabalho colaborativo (conceitos gerais, página, níveis de utilização e administração, blocos e/ou unidades estruturais da página, recursos e actividades):

- Informação de apoio em língua portuguesa e em formato electrónico;
- Consulta de página exemplo;
- Criação de conta e registo no sistema;
- Criação, configuração, estruturação e administração da área de trabalho: inscrição de utilizadores, criação de grupos de trabalho;
- Criação e formatação de recursos (etiqueta, página de texto, página web, apontador para ficheiro ou para página, arquivo/pasta);
- Criação e formatação de actividades (chat, fórum, trabalho);
- Formatação e utilização dos blocos estruturais da página (calendário, últimas notícias, actividade recente, utilizadores on-line, etc.).

<http://ccc.cercifaf.org.pt>
cc@cercifaf.org.pt

Anexo 48 – Os Novos Programas e o Ensino das Ciências Naturais.

Certificado

Casa do Professor

Certifico que **José Joaquim Oliveira Teixeira** frequentou, com aproveitamento, o Curso de Formação “**Os NOVOS PROGRAMAS E O ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS**” que teve a duração de **37h30m**, na Modalidade de Oficina de Formação e que decorreu entre os dias 13.10.2008 e 28.11.2008, em Braga, sob a orientação da Formadora Susana Cristina Pereira, tendo como destinatários os Professores do 4º Grupo do 2º Ciclo do Ensino Básico e do Grupo 11º B dos Ensinos Básico e Secundário, conforme o Registo de Acreditação nº CCPFC/ACC-45051/06. Mais certifico que, para efeitos de aplicação do Despacho 16794/05, de 3 de Agosto, a presente acção releva para a progressão da carreira dos destinatários acima referidos e que foi atribuída ao formando a classificação de **Excelente - 9,9 valores**, numa escala de um a dez, **3 créditos**, nos termos dos artigos 5º e 14º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores.

Braga, 15 de Janeiro de 2009

O Director do Centro de Formação da Casa do Professor

Maria Isabel Candeias Silva
(Dr.ª Maria Isabel Candeias Silva)

Centro de Formação da Casa do Professor

Anexo 49 – I Encontro S.A.B.E. – “Quem lê S.A.B.E.”.

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Para os devidos efeitos, certifica-se que José Joaquim Oliveira Teixeira participou no

I Encontro S.A.B.E.



“Quem lê S.A.B.E.”

promovido pelo Município de Fafe /Biblioteca Municipal, no dia 22 de Maio de 2010 .

Pela Câmara Municipal de Fafe,

(José Ribeiro, Dr.)



Anexo 50 – Contributos para a Prática Educativa.

**CERTIFICADO**

Maria Lucinda Palhares da Cunha Bessa, diretora do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1084/11, certifica que Jose Joaquim Oliveira Teixeira, docente do grupo de recrutamento 520, a exercer funções na Escola / Agrupamento Escola Secundária de Fafe, portador(a) do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão n.º 098675966ZZ4, concluiu com aproveitamento a ação de formação Contributos para a prática educativa, realizada em Escola Secundária de Fafe, de 13 de março a 15 de maio de 2013, sob orientação de José Salsa, Nuno Antunes e David Azevedo, na modalidade de Curso de formação, com o n.º de registo CCPFC/ACC-73620/13 e a duração de 25 horas presenciais, a que corresponde(m) 1 crédito(s), nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores.

Em conformidade com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de janeiro, o(a) docente foi avaliado com a classificação de 9.8 valores, a que corresponde a menção qualitativa de EXCELENTE.

Certifica-se ainda que, para os efeitos previstos no artigo 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro, a ação releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente. Para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14º do mesmo RJFCP, a ação não releva para a progressão em carreira de professores .

Pelo que, nos termos do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro, se emitiu o presente certificado, que assino e autentico com o carimbo em uso neste Centro de Formação.

Guimarães, 03 de julho de 2013

A DIRETORA DO CENTRO DE FORMAÇÃO,

Anexo 51 – Acordo ortográfico: um pretexto para a reflexão sobre as principais dificuldades ortográficas na Língua Portuguesa.



Curso de Formação

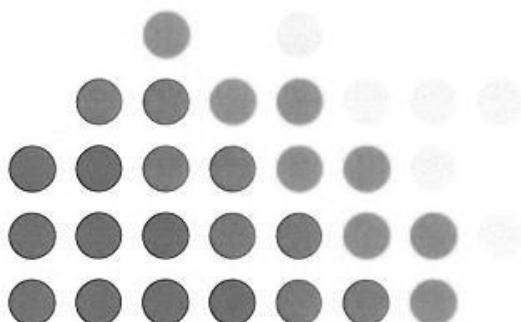
CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA EDUCATIVA

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Certifica-se que o(a) professor(a) JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA participou na sessão "*Acordo ortográfico: um pretexto para a reflexão sobre as principais dificuldades ortográficas na Língua Portuguesa*" no âmbito do Curso de Formação—Contributos para a Prática Educativa, proferida pelo Dr. António Teixeira, realizada na Escola Secundária de Fafe no dia 13 de março de 2013.

Escola Secundária de Fafe, 13 de março de 2013


Maria Natália Carvalho Correia, Dra.



Anexo 52 – A imagem em contexto educativo.



Curso de Formação

CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA EDUCATIVA

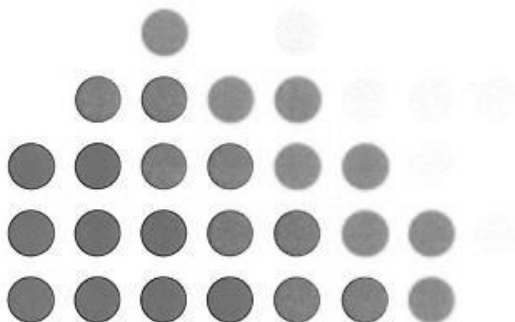
CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Certifica-se que o(a) professor(a) JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA participou na sessão "*A imagem em contexto educativo*" no âmbito do Curso de Formação—Contributos para a Prática Educativa, proferida pelo Dr. Nuno Antunes, realizada na Escola Secundária de Fafe no dia 3 de abril de 2013.

Escola Secundária de Fafe, 3 de abril de 2013



Maria Natália Carvalho Correia, Dra.



Anexo 53 – Hábitos e comportamentos alimentares em contexto escolar.



Curso de Formação

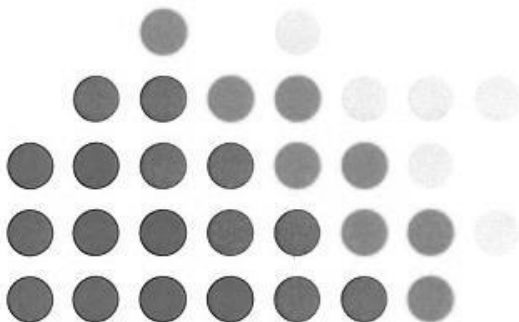
CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA EDUCATIVA

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Certifica-se que o(a) professor(a) JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA participou na sessão "**Hábitos e comportamentos alimentares em contexto escolar**" no âmbito do Curso de Formação—Contributos para a Prática Educativa, proferida pela Dra. Dulce Lemos, realizada na Escola Secundária de Fafe no dia 11 de abril de 2013.

Escola Secundária de Fafe, 11 de abril de 2013

Maria Natália Carvalho Correia, Dra.

The signature is written in cursive over a circular official stamp. The stamp contains the text 'AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE' and '1976'.

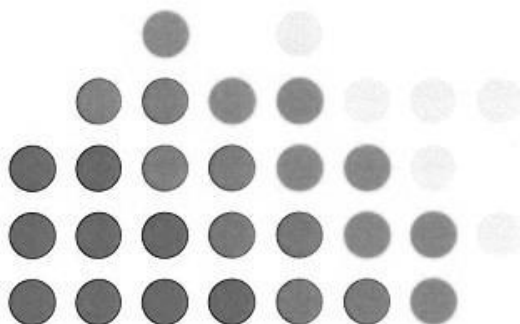
Anexo 54 – *Cloud Computing*

Curso de Formação

CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA EDUCATIVA**CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO**

Certifica-se que o(a) professor(a) JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA participou na sessão "*Cloud Computing*" no âmbito do Curso de Formação— Contributos para a Prática Educativa, proferida pelo Dr. David Azevedo, realizada na Escola Secundária de Fafe no dia 17 de abril de 2013.

Escola Secundária de Fafe, 17 de abril de 2013


Maria Natália Carvalho Correia, Dra.


Anexo 55 – Educação Emocional e Gestão de Conflitos.



Curso de Formação

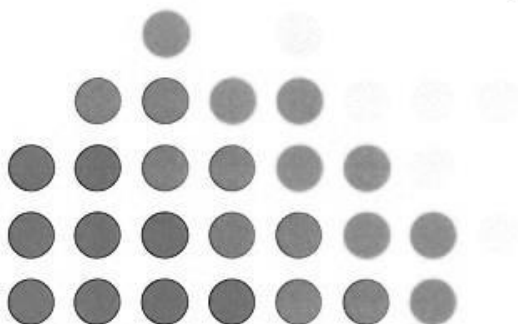
CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA EDUCATIVA

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

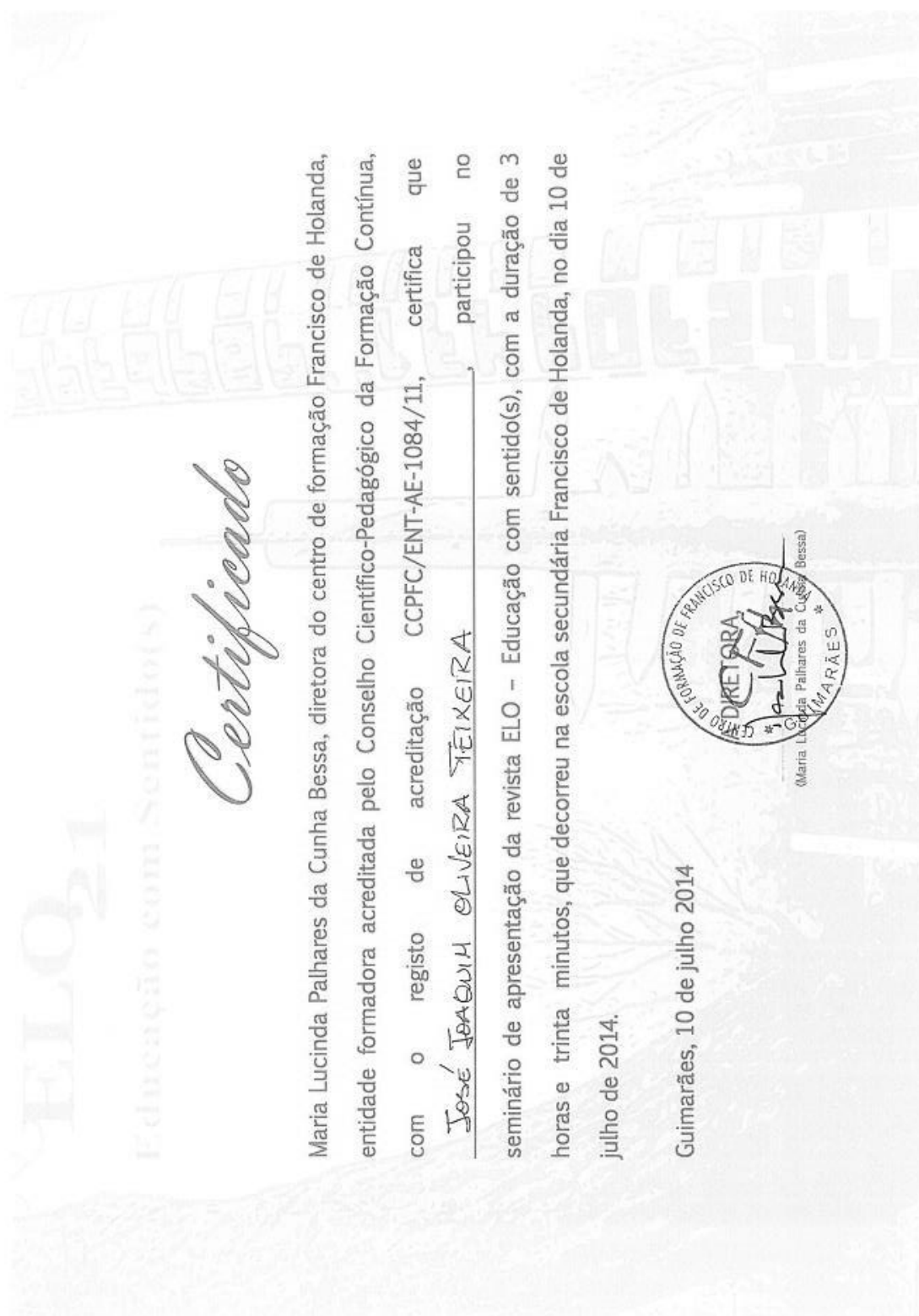
Certifica-se que o(a) professor(a) JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA participou na sessão "*Educação Emocional e Gestão de Conflitos*" no âmbito do Curso de Formação—Contributos para a Prática Educativa, proferida pela Dra. Cláudia Matos, realizada na Escola Secundária de Fafe no dia 24 de abril de 2013.

Escola Secundária de Fafe, 24 de abril de 2013

Maria Natália Carvalho Correia, Dra.

A circular stamp from the Agrupamento de Escolas de Fafe is visible behind the signature. The text 'AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE FAFE' is visible around the perimeter of the stamp.

Anexo 56 – Seminário de apresentação da ELO 21, Educação com Sentido(s).



Anexo 57 – COMENIUS REGIO PARTNERSHIP “Co-Creators of Change”.



Anexo 58 – Contributos para a Prática Docente.

**CERTIFICADO**

Maria Lucinda Palhares da Cunha Bessa, diretora do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1176/14, certifica que Jose Joaquim Oliveira Teixeira, docente do grupo de recrutamento 520, a exercer funções na Escola / Agrupamento Escola Secundária de Fafe, portador(a) do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão n.º 09867596ZZ4, concluiu com aproveitamento a ação de formação CONTRIBUTOS PARA A PRÁTICA DOCENTE, realizada em Escola Secundária de Fafe, de 20 de abril a 18 de maio de 2016, sob orientação de José Salsa e David Azevedo, na modalidade de curso de formação, com o n.º de registo CCPFC/ACC-77509/14 e a duração de 15 horas presenciais.

Em conformidade com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, o(a) docente foi avaliado com a classificação de 10 valores, a que corresponde a menção qualitativa de EXCELENTE.

Certifica-se ainda que, para os efeitos previstos no artigo 8º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 22/2014, de 11 de fevereiro, a ação releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente.

Para efeitos de aplicação do artigo 9º do mesmo RJFCP, a ação não releva para a progressão em carreira de professores .

Centro de Formação Francisco de Holanda, 20 de junho de 2016

A DIRETORA DO CENTRO DE FORMAÇÃO,



Anexo 59 – Pós-graduação em Tecnologia Educativa.



Universidade do Minho
Serviços Académicos

Carla Isabel Pereira Lavrador, Diretora dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, certifica, em face do arquivo respetivo, que José Joaquim Oliveira Teixeira, natural da freguesia de Basto, concelho de Cabeceiras de Basto, distrito de Braga, filho de Alfredo Oliveira Teixeira e de Declinda de Oliveira, obteve aproveitamento nas seguintes unidades curriculares que constituem a componente curricular do Mestrado em Educação - Tecnologia Educativa:

Seminário I - Psicologia Cognitiva - 16 (dezasseis) valores;
Seminário II - Ensino à Distância - 16 (dezasseis) valores;
Métodos de Investigação em Educação - 16 (dezasseis) valores;
Teoria e Modelos de Comunicação Educativa - 17 (dezassete) valores;
Tecnologias da Imagem - 17 (dezassete) valores;
Hipertexto - 17 (dezassete) valores;
Modelos de Ensino - 16 (dezasseis) valores;
Tecnologias do Video - 17 (dezassete) valores;
Sistemas Multimédia - 15 (quinze) valores;
Seminário de Investigação em Tecnologia Educativa - 17 (dezassete) valores.

Mais certifica que concluiu a componente curricular do referido curso aos 20 de dezembro de 2002, com a classificação final de 16 (dezasseis) valores e que a mesma corresponde a uma Pós - Graduação.

A presente certidão vai firmada com o selo branco desta Universidade.

Secretaria dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, aos 11 de novembro de 2016.

A Diretora de Serviços,

Anexo 60 – Quadros Interactivos Multimédia no Ensino/Aprendizagem das Ciências Experimentais.



plano tecnológico
educação



competências
tic

Entidade Formadora: **Centro de Formação Francisco de Holanda**

Registo de Acreditação: **CCPFC/ENT-AE-1004/08**

Validade da Acreditação: **3 de Novembro de 2011**

CERTIFICADO

Certifica-se que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, docente do grupo de recrutamento **520**, de **Escola Secundária de Fafe** frequentou com aproveitamento, com a classificação de **Excelente** (**9,5** Valores), a acção de formação contínua, **Quadros Interactivos Multimédia no Ensino / Aprendizagem das Ciências Experimentais** com o registo de acreditação nº **CCPFC/ACC-60162/09**, na modalidade de curso de formação, com a duração de 15 horas, relevando para efeitos de progressão em carreira dos grupos de recrutamento **230-510-520-530-540-550-560** de acordo com o artº 5º e com o artº14 do Regime Jurídico da Formação Contínua, com 0,6 créditos realizada entre **13 de Outubro de 2010** e **26 de Outubro de 2010**, com o(s) formador(es): **António Marcelino de Campos Lopes**

A acção inclui-se na formação prevista no artº 5º da Portaria 731/2009, de 7 de Julho, formação em competências pedagógicas e profissionais com TIC e corresponde a um curso de **Nível 2, Opcional**

Data: 22 de Novembro de 2010


 (Director)













Anexo 61 – Competências Digitais (Nível 1): Curso B.



plano tecnológico
educação



competências
tic


Entidade Formadora: **CF FRANCISCO DE HOLANDA**
 Registo de Acreditação: **CCPFC/ENT-1004/08**
 Validade da Acreditação: **3 DE NOVEMBRO DE 2011**


CERTIFICADO


Certifica-se que **JOSÉ JOAQUIM OLIVEIRA TEIXEIRA**, docente do grupo de
 recrutamento **520**, de **ESCOLA SECUNDÁRIA DE FAFE**
 frequentou com aproveitamento, com a classificação de **EXCELENTE (10** Valores), a acção de formação contínua,
COMPETÊNCIAS DIGITAIS(NÍVEL 1): CURSO B
 com o registo de acreditação nº **CCPFC/ACC-58578/09**, na modalidade de curso de formação, com a duração de 15 horas,
 relevando para efeitos de progressão em carreira, de acordo com o artº 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua
 de Professores e não relevando para os efeitos previstos no nº 3 do artº 14º, com 0,6 créditos, realizada entre
19 de MAIO de 2011 e **02 de JUNHO de 2011**, com o(s) formador(es):
RUI ARMANDO DA COSTA NOVAIS

A acção inclui-se na formação prevista no artº 4º da Portaria 731/2009, de 7 de Julho, formação em competências
 digitais e corresponde a um curso de **NÍVEL 1**.

Data: 30 de Junho de 2011


 (Director)



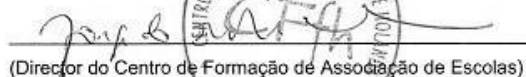

 Ministério da
 Educação

Anexo 62 – Certificação em Competências Digitais, por reconhecimento de percurso formativo.

**CERTIFICADO DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS**

Certifica-se que **Jose Joaquim Oliveira Teixeira**, com o número de Identificação Civil / Militar / Passaporte / Título de Residência **098675966ZZ4**, obteve a certificação em Competências Digitais no âmbito do Sistema de Formação e de Certificação em Competências TIC para docentes, por **Certificação por reconhecimento de percurso formativo**.

Data: 08.07.



(Director do Centro de Formação de Associação de Escolas)

Certificado n.º 40354/2011


"O certificado de competências digitais certifica os conhecimentos adquiridos pelo docente que lhe permitem uma utilização instrumental das TIC como ferramentas funcionais no seu contexto profissional." (Portaria n.º 731/2009)

Ministério de
Educação

Anexo 63 – A utilização do Microsoft Excel na atividade docente.



GOVERNO DE PORTUGAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
E CIÊNCIA



CFFA
Centro de Formação Francisco de Holanda

Certificado


Jorge do Nascimento Pereira da Silva, diretor do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFCIENT-AE-1084/11, certifica que José Joaquim Oliveira Teixeira, docente do grupo de recrutamento 520, a exercer funções na Escola / Agrupamento Secundária de Fafe, portador(a) do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão n.º 098675966Z24, concluiu com aproveitamento a ação de formação **A utilização do microsoft excel na atividade docente – turma 2**, realizada na Escola Secundária de Fafe, de 14 de abril a 12 de maio de 2012, sob orientação de David Wilson de Macedo e Moura Azevedo, na modalidade de Oficina de formação, com o n.º de registo CCPFCIACC-66378/11 e a duração de 15 horas presenciais e 15 horas de trabalho autónomo, a que correspondem 1.2 créditos, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores.

Em conformidade com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de janeiro, o(a) docente foi avaliado com a classificação de 9.7 valores, a que corresponde a menção qualitativa de **EXCELENTE**.

Certifica-se ainda que, para os efeitos previstos no artigo 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de janeiro, a ação releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente. Para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14º do mesmo RJFCP, a ação não releva para a progressão em carreira.

Pelo que, nos termos do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de janeiro, se emitiu o presente certificado, que assino e autentico com o carimbo em uso neste Centro de Formação.

Guimarães, 17 de julho de 2012



O DIRETOR
Jorge do Nascimento Pereira da Silva

Escola Secundária de Francisco de Holanda
Alameda Dr. Alfredo Pimenta, 4614 – 528 Guimarães
Tefel: 253 513 073; Fax: 253 519 016
URL: www.cffh.pt E-mail: cfacoth@gmail.com

Anexo 64 – II Colóquio de Sociologia da Educação e Administração Educacional – “Educação, Diversidades e Cidadanias”.



Anexo 65 – Curso de Especialização em Administração Escolar.



— **Carla Isabel Pereira Lavrador, Directora dos Serviços Académicos da Universidade do Minho**, certifica em face dos elementos constantes no arquivo que, **José Joaquim de Oliveira Teixeira**, natural da freguesia de Basto, concelho de Cabeceiras de Basto, distrito de Braga, filho de Alfredo de Oliveira Teixeira e de Deolinda de Oliveira, obteve aproveitamento nas seguintes disciplinas que constituem a estrutura curricular do **CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO ESCOLAR:** _____

— Sociologia da Educação - 16 (dezasseis) valores; Educação, Democracia e Participação - 16 (dezasseis) valores; Administração Escolar - 17 (dezassete) valores; Sociologia das Organizações: a Escola - 15 (quinze) valores; Seminário I - Educação, Justiça e Autonomia - 15 (quinze) valores; Métodos de Administração Escolar - 17 (dezassete) valores; Direcção, Gestão Pedagógica da Escola/Área Escolar - 18 (dezoito) valores; Investigação em Educação e Desenvolvimento de Projectos Educativos - 16 (dezasseis) valores. _____

— Mais se certifica que concluiu o referido curso aos sete dias do mês de Setembro de dois mil sete com a média de **16 (dezasseis)** valores. _____

— A presente certidão vai firmada com o selo branco desta Universidade. _____

— Divisão de Pós-Graduação dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, em Braga, aos vinte e dois do mês de Janeiro de dois mil e nove. _____

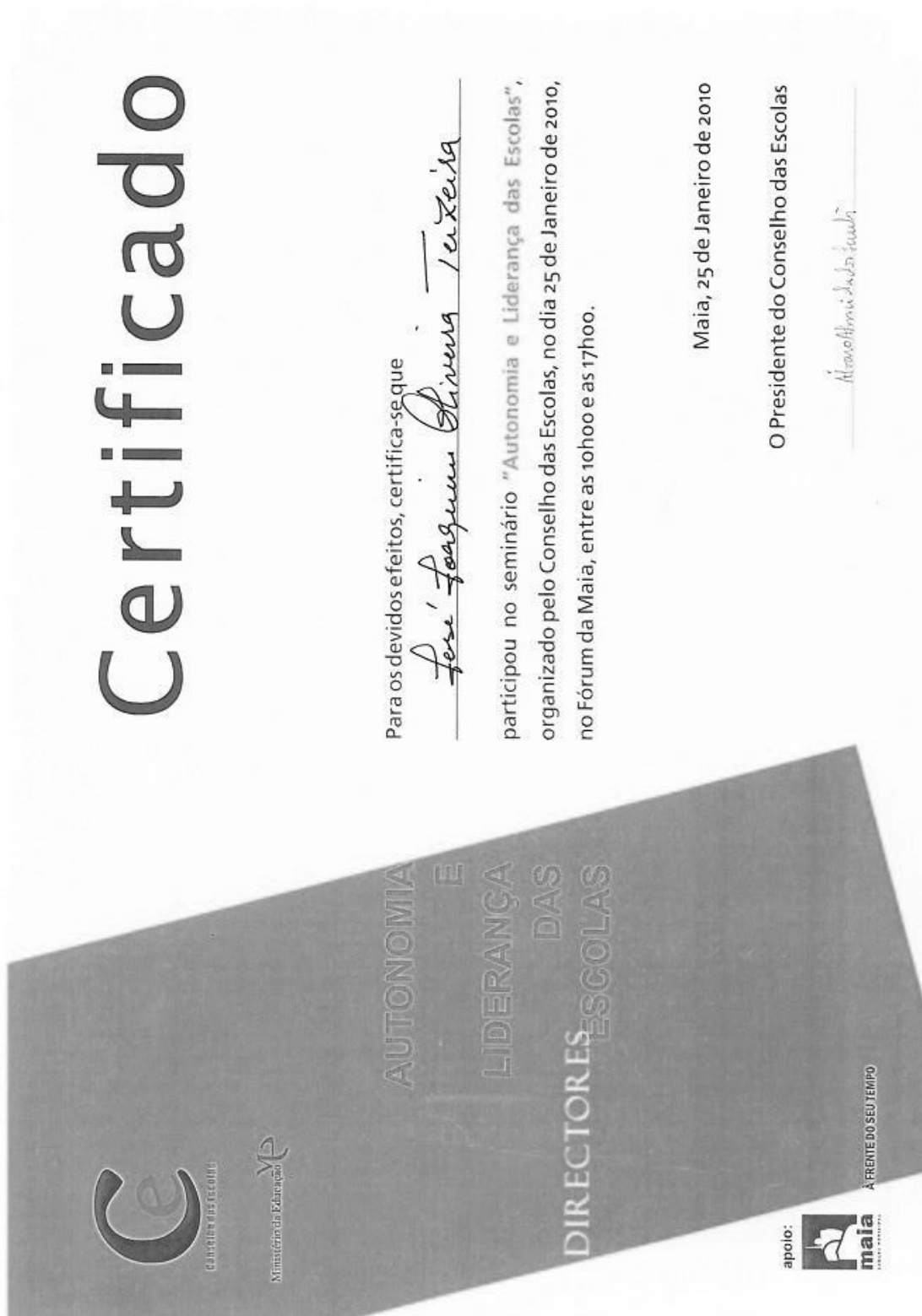
Livro n.º 2

Reg.º n.º 0138/2009

Emol. 20,00 €

A Directora de Serviços,
Carla Isabel Pereira Lavrador

Anexo 66 – Autonomia e Liderança das Escolas.



Anexo 67 – Auto-Avaliação das Escolas – Contributos Teórico-Práticos

Certificado

Jorge do Nascimento Pereira da Silva, Director do Centro de Formação Francisco de Holanda, sediado na Escola Secundária Francisco de Holanda, Alameda Alfredo Pimenta, em Guimarães, certifica que José Joaquim Oliveira Teixeira, participou no Seminário "Auto-Avaliação das Escolas - Contributos Teórico-Práticos", realizado em 28 de Janeiro de 2010, no Salão Nobre da Sociedade Martins Sarmento, Guimarães, com a duração de quatro horas.

O Seminário versou as seguintes temáticas:

- *Auto-Avaliação: Que Lógicas de Regulação da Escola? - Orador: Doutor Eusébio André Machado - Universidade Portucalense*
- *Avaliar para quê? Auto-Avaliação e Avaliação Externa das Escolas - Orador: Dr.ª Adélfina Paula Mendes Pinto - Consultora do Centro de Formação Francisco de Holanda*
- *Auto-Avaliação de Escola: Partilha de Um Percorso Prático e Reflexivo - Orador: Dr. Serafim Manuel Teixeira Correia - Coordenação do Projecto de Avaliação em Rede Par*

Jorge do Nascimento Pereira da Silva
O Director do Centro,
Guimarães, 2010-01-28

Escola Secundária de Francisco de Holanda
Alameda Dr. Alfredo Pimenta, 4814 - 528 Guimarães
Tel: 253 513 073 Fax: 253 519 016
URL: www.cfh.pt E-mail: dsacfh@gmail.com

Anexo 68 – Liderança Escolar.

**CERTIFICADO**

O Instituto de Educação da Universidade do Minho, na qualidade de entidade formadora, com o registo de acreditação n.º CCPFC/ENT-ES-0490/10, certifica que o(a) formando(a) **José Joaquim Oliveira Teixeira**, portador(a) do Cartão de Identificação n.º 09867596, frequentou e concluiu, cumprindo as normas legais, a Acção de Formação a seguir discriminada:

Designação da Acção de Formação: LIDERANÇA ESCOLAR (Registo de creditação – CCPFC/ACC – 64938/10)

Modalidade: Curso de Formação

Número de Horas: 50 horas;

Número de Créditos: 2 Créditos

Início: 12/01/2011 e **Fim** em 28/05/2011

Formadores: Professor Almerindo Janela Gonçalves Afonso, Professor Carlos Alberto Vilar Estêvão, Doutora Daniela Andrade Vilaverde Silva, Doutor Eugénio Adolfo Alves Silva, Professor Fernando Ilídio Silva Ferreira, Doutor Guilherme Rego Silva, Professor João Manuel Formosinho Sanches Simões, Professora Leonor Maria Lima Torres, Professor Licínio Carlos Viana Silva Lima, Doutor Manuel António Ferreira da Silva, Professora Maria Fátima Magalhães Antunes Gonçalves Teixeira

Mais se certifica que, para efeitos previstos no artigo 5.º, do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção releva para efeitos de progressão em carreira de Educadores de Infância e Professores dos Ensinos Básico e Secundário.

Para efeitos de aplicação do n.º3 do artigo 14.º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção não releva para a progressão em carreira.


O(A) referido(a) formando(a) foi avaliado(a), no Curso de Formação, com a classificação final de Bom – 7,0 valores, na escala de 1 a 10.

Braga, Universidade do Minho, 12 de Setembro de 2011

A Vice-Presidente do Instituto de Educação

Maria Teresa Jasmina Sarmiento Pereira
(Professora do Instituto de Educação)

Anexo 69 – Indisciplina escolar, motivação e o ensinar a quem não quer aprender.




CATÓLICA PORTO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E PSICOLOGIA

2.º Ciclo de Seminários de Aprofundamento em Administração e Organização Escolar
Sucesso Escolar, Indisciplina, Motivação, Direção de Escolas e Políticas Educativa

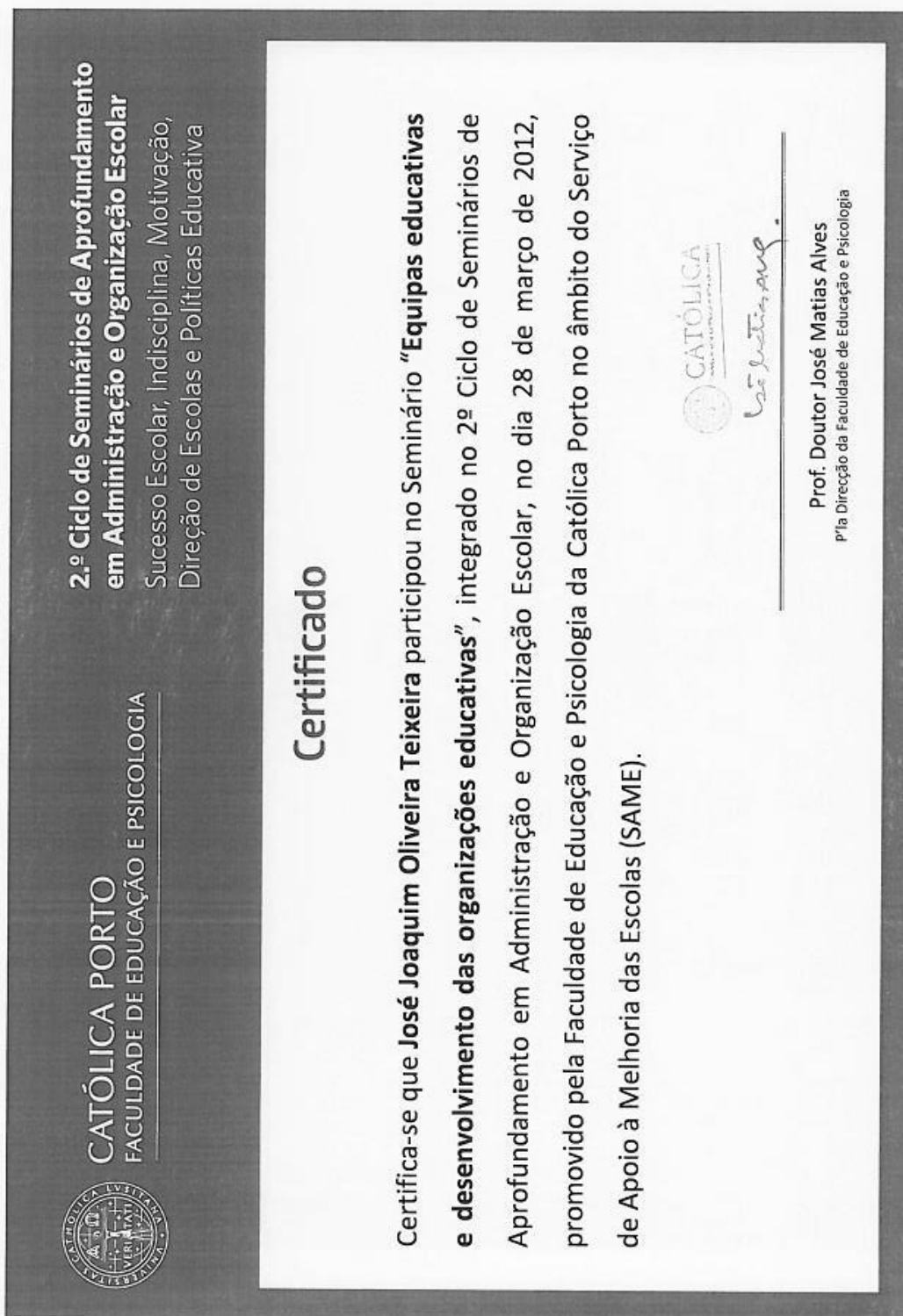
Certificado

Certifica-se que **José Joaquim Oliveira Teixeira** participou no Seminário “**Indisciplina escolar, motivação e o ensinar a quem não quer aprender**”, integrado no 2º Ciclo de Seminários de Aprofundamento em Administração e Organização Escolar, no dia 22 de fevereiro de 2012, promovido pela Faculdade de Educação e Psicologia da Católica Porto no âmbito do Serviço de Apoio à Melhoria das Escolas (SAME).

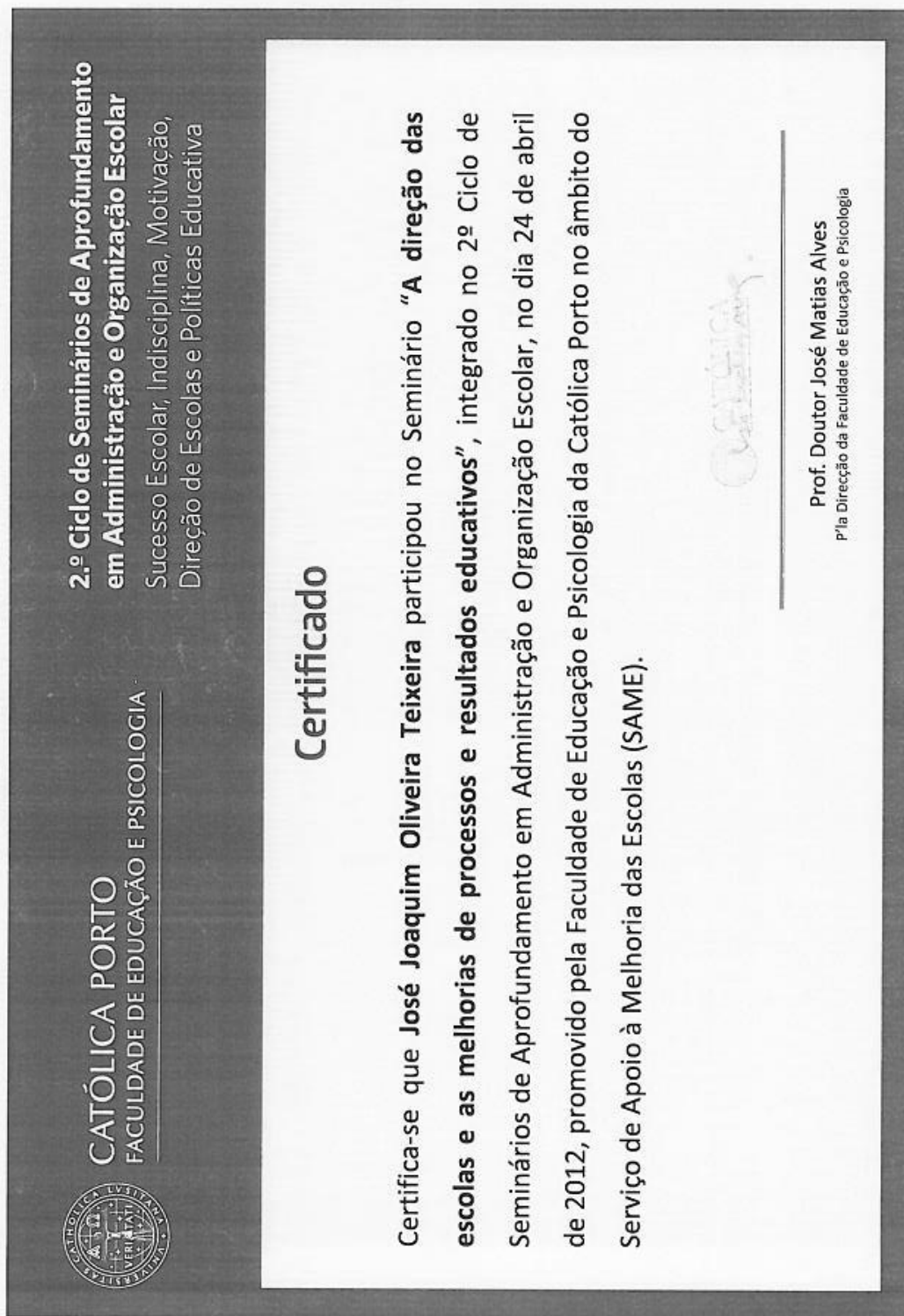


Prof. Doutor José Matias Alves
P¹a Direcção da Faculdade de Educação e Psicologia


Anexo 70 – Equipas educativas e desenvolvimento das organizações educativas.



Anexo 71 – A direção das escolas e as melhorias de processos e resultados educativos.



Anexo 72 – Dirigir e gerir mega-agrupamentos: desafios e estratégias.




CATÓLICA PORTO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E PSICOLOGIA

2.º Ciclo de Seminários de Aprofundamento em Administração e Organização Escolar
Sucesso Escolar, Indisciplina, Motivação, Direção de Escolas e Políticas Educativa

Certificado

Certifica-se que **José Joaquim Oliveira Teixeira** participou no Seminário **“Dirigir e gerir mega-agrupamentos: desafios e estratégias”**, integrado no 2º Ciclo de Seminários de Aprofundamento em Administração e Organização Escolar, no dia 16 de maio de 2012, promovido pela Faculdade de Educação e Psicologia da Católica Porto no âmbito do Serviço de Apoio à Melhoria das Escolas (SAME).



Prof. Doutor José Matias Alves
P'la Direção da Faculdade de Educação e Psicologia

Anexo 73 – Administração e Gestão das Escolas – Gerir, Liderar e Melhorar.

**CERTIFICADO**

Maria Lucinda Palhares da Cunha Bessa, diretora do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1176/14, certifica que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, docente do grupo de recrutamento 520, a exercer funções na Escola / Agrupamento Secundária de Fafe, portador(a) do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão n.º 098675966ZZ4, concluiu com aproveitamento a ação de formação **ADMINISTRAÇÃO E GESTÃO DAS ESCOLAS – GERIR, LIDERAR E MELHORAR**, realizada em AE Francisco de Holanda, de 09 de maio a 06 de junho de 2014, sob orientação de Eusébio André Costa Machado, na modalidade de Curso de formação, com o n.º de registo CCPFC/ACC-76916/14 e a duração de 25 horas presenciais, a que corresponde (m) 1 crédito (s), nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores.

Em conformidade com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de janeiro, o(a) docente foi avaliado com a classificação de **9.7** valores, a que corresponde a menção qualitativa de **EXCELENTE**.

Certifica-se ainda que, para os efeitos previstos no artigo 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro, a ação releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente.

Para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14º do mesmo RJFCP, a ação não releva para a progressão em carreira de professores.

Guimarães, 13 de outubro de 2014

A DIRETORA DO CENTRO DE FORMAÇÃO,



Anexo 74 – Formação ministrada: Informática.

CENTRO SOCIAL E PAROQUIAL DE ABADIM**ABADIM****DECLARAÇÃO COMPROVATIVA DE EXPERIÊNCIA FORMATIVA**

Declara-se que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, portador do Bilhete de Identidade n.º 9867596, emitido em 25 de Novembro de 1997, pelo Arquivo de Identificação de Braga, exerceu funções como Monitor de Informática no **Centro Social e Paroquial de Abadim**, com sede em Arnado – Santo António – Abadim, representado pelo seu Presidente Padre José Augusto Gomes Ribeiro, portador do Bilhete de Identidade n.º 3576684, emitido em 25 de Maio de 1999, pelo Arquivo de Identificação de Braga.

Mais se informa que o serviço prestado integrou-se na valência do C.A.T.L. (Centro de Actividades de Tempos Livres) no *Atelier* de Informática, de acordo com o que a seguir se descreve:

Módulo	N.º de horas	Meses	Ano
Informática	40 h	Setembro a Dezembro	1999
Informática	100 h	Janeiro a Dezembro	2000
Informática	100 h	Janeiro a Dezembro	2001
Informática	70 h	Janeiro a Julho	2002
TOTAL	310 h		

Abadim, 31 de Julho de 2002

O Presidente do Centro Social e Paroquial de Abadim

Jose Augusto Gomes Ribeiro
(Pe. José Augusto Gomes Ribeiro)

Abadim - Cabeceiras de Basto
4860-011 ABADIM
NIPC: 503 534 757

Tels.: 253662900 e 253666153
Fax: 253666154
E-Mail: espabadim@elix.pt

Anexo 75 – Formação ministrada: Curso EFA, Serviços Pessoais e à Comunidade, I. Q. Geriatria
– Tecnologias de Informação e Comunicação.



CENTRO SOCIAL E PAROQUIAL DE ABADIM

Programa Operacional Emprego, Formação e
Desenvolvimento Social

EIXO – 5
Promoção do Desenvolvimento Social
ACÇÃO TIPO – 5.3.1.2



DECLARAÇÃO COMPROVATIVA DE EXPERIÊNCIA FORMATIVA

Declara-se que **José Joaquim Oliveira Teixeira**, portador do Bilhete de Identidade n.º 9867596, emitido em 25 de Novembro de 1997, pelo Arquivo de Identificação de Braga, exerce funções como Formador Externo no **Centro Social e Paroquial de Abadim**, com sede em Arnado – Santo António – Abadim, representado pelo seu Presidente Padre José Augusto Gomes Ribeiro, portador do Bilhete de Identidade n.º 3576684, emitido em 25 de Maio de 1999, pelo Arquivo de Identificação de Braga.

Mais se informa que o serviço prestado integra o curso EFA Serviços Pessoais e à Comunidade - I.Q. Geriatria, no módulo de Tecnologias de Informação e Comunicação, com um número de cinquenta e nove horas e trinta minutos, ministradas nos meses de Maio, Junho e Julho de 2003.

Abadim, 31 de Julho de 2003

O Presidente do Centro Social e Paroquial de Abadim

Jose Augusto Gomes Ribeiro
(Pe. José Augusto Gomes Ribeiro)

NIPC: 503 534 757
Tel.: 253 662 900 e 253 666 153
Fax: 253 666 154
E-mail: cspabadim@elix.pt

Arnado – Santo António
Abadim – Cabeceiras de Basto
4860-011 ABADIM

Anexo 76 – Formação ministrada: Curso EFA, Têxtil e Vestuário, I. Q. Costureira Modista –
Tecnologias de Informação e Comunicação.

CENTRO SOCIAL E PAROQUIAL DE ABADIM

ABADIM

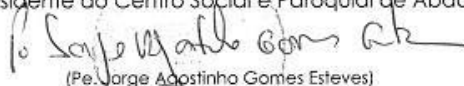
DECLARAÇÃO COMPROVATIVA DE EXPERIÊNCIA FORMATIVA

Para os devidos efeitos declara-se que, **José Joaquim Oliveira Teixeira**, portador do Bilhete de Identidade n.º 9867596, emitido em 27 de Outubro de 2003, pelo Arquivo de Identificação de Braga, exerceu funções como Formador no **Curso de Educação e Formação de Adultos - Têxtil e Vestuário, I. Q. Costureira Modista**, no **Centro Social e Paroquial de Abadim**, com sede em Arnado – Santo António – Abadim, representado pelo seu Presidente Padre Jorge Agostinho Gomes Esteves, de acordo com o que a seguir se descreve:

Módulo	N.º de horas	Mês / Ano
Tecnologias de Informação e Comunicação	200 h	Junho de 2004 a Setembro de 2005
TOTAL	200 h	

Abadim, 30 de Setembro de 2008

O Presidente do Centro Social e Paroquial de Abadim



(Pe. Jorge Agostinho Gomes Esteves)

Anexo 77 – Formação ministrada: Sensibilização Ambiental, Educação para a Saúde e Igualdade de Oportunidades.



DECLARAÇÃO COMPROVATIVA DA EXPERIÊNCIA FORMATIVA

Declaro-se que José Joaquim de Oliveira Teixeira, portador(a) do Bilhete de Identidade N.º 9867596, emitido em 27/10/03, pelo Arquivo de Identificação de Braga, exerceu funções como formador(a), na **SINERCONSULT – Formação e Consultadoria de Negócios, Lda**, entidade formadora acreditada pela DGERT (proc. 2787), representada por Pedro Jorge Fernandes Bento, portador do Bilhete de Identidade N.º 8626319, emitido em 16/08/2005 pelo Arquivo de Identificação de Lisboa, de acordo com o que a seguir se descreve:

MÓDULO / TEMA / DISCIPLINA	N.º DE HORAS*	ANO
Tecnologias da Informação e Comunicação	120	2003
Tecnologias da Informação e Comunicação	90	2004
Sensibilização Ambiental	20	2004
Educação para a Saúde	12	2004
Igualdade de Oportunidades	4	2004
Tecnologias da Informação e Comunicação	18	2005

(*) Somatório das horas, por módulo, tema ou disciplina, assegurados pelo formador, no total das acções por ele desenvolvidas.

Maia, em 21 de Novembro de 2008

O Responsável pela Entidade,


SINERCONSULT
 Formação e Consultadoria de Negócios, Lda
 Gerência

Formação e consultadoria de negócios, lda.

www.sinerconsult.pt

- Formação
- Produção de conteúdos
- Viabilização e Estratégia Empresarial



Rua Eng. Duarte Pacheco, 120 - 2º Andar - Salas 10 e 11 - 4470-174 MAIA

TI - 351 229418490 - Fax - 351 229482556 geral@sinerconsult.pt