

Relatório final de execução

N.º do grupo operacional: PDR2020-101-031461

N.º dos projetos que integram o grupo operacional: PARCERIA 84, INICIATIVA 167

Designação do plano de ação:

NAT-OMEGA3 - Desenvolvimento de gama de produtos lácteos, naturalmente enriquecidos em ácidos gordos polinsaturados Ómega 3 por via nutricional, promotores da saúde humana, bem-estar animal e sustentabilidade económica e ambiental das explorações leiteiras

Identificação de todas as entidades que integram o grupo operacional:

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (FMV-ULisboa)

Eurocereal - Comercializacao de Produtos Agro-Pecuarios S.A.

Vivaleite - Cooperativa de Produtores de Leite, CRL.

Jerónimo Martins - Lacticínios de Portugal S.A.

Data de início do plano de ação: 2018-01-01

Data de conclusão do plano de ação: 2022-12-31

Execução Física:

Objetivo geral do projeto

O objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de um novo tipo de leite de vaca e seus derivados, naturalmente ricos em $\text{agp}\Omega\text{-3}$, que promovam simultaneamente a saúde do consumidor, a fertilidade, saúde e bem-estar animal, a eficiência zootécnica e económica da exploração bovina leiteira, a proteção ambiental, e que gerem uma mais-valia económica para os agentes envolvidos no circuito de produção e comercialização do leite e seus derivados.

Objetivos específicos do projeto

Os objetivos específicos do projeto foram os seguintes:

1. Formulação de um regime alimentar para vacas leiteiras, incluindo fontes naturais ricas em $\text{agp}\Omega\text{-3}$ que garantam uma absorção acrescida de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ e a sua excreção no leite;
2. Obtenção de leite naturalmente enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$ de uma forma consistente e regular ao longo do ano, e que idealmente proporcione os níveis mínimos recomendados pela OMS/FAO;
3. Desenvolvimento de produtos lácteos utilizando o leite enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$, com boa estabilidade e avaliação sensorial, que garanta aceitação pela indústria e pelo consumidor;
4. Aumento da eficiência reprodutiva e melhoria da saúde e bem-estar dos animais submetidos ao regime alimentar naturalmente enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$;
5. Redução das emissões de metano por vaca;
6. Aumento da eficiência económica da exploração leiteira como resultado das alíneas anteriores.

Justificação do projeto face aos objetivos

O sector leiteiro nacional enfrenta as consequências da abolição das quotas leiteiras na CE, da importação de produtos lácteos de baixo custo e da progressiva quebra no consumo humano de leite de vaca. Esta última situação resulta da vinda a público de informação, muita dela carecendo de validação científica, que induz má publicidade do leite e da sua produção, gerando preocupação dos consumidores sobre o potencial impacto negativo do leite sobre a saúde humana, e da produção leiteira sobre o meio ambiente e o bem-estar animal. Este quadro conjuntural exige uma resposta que, por um lado otimize a produção, e por outro lado estimule o desenvolvimento de produtos diferenciados que reabilitem a imagem do leite aos olhos do consumidor. Neste contexto, surgiu a oportunidade de produzir um tipo de leite e seus derivados que, mercê dos seus benefícios para a saúde humana, o bem-estar animal e o ambiente, tenha um efeito estimulante do consumo e traga uma mais-valia económica a todos os patamares da fileira produtiva, quer diretamente através do preço diferenciado de venda, quer indiretamente através da otimização da fertilidade, saúde e longevidade das vacas leiteiras. De facto, o leite enriquecido em $agp\Omega-3$ existente no mercado português é obtido por processos tecnológicos. Este enriquecimento artificial não permite melhorar o bem-estar animal nem reduzir o impacto ambiental da produção de leite. Não menos importante, o valor acrescentado é retido apenas pela indústria e comercialização, não envolvendo a produção primária e indústrias a montante.

Descrição das tarefas realizadas

Desenvolvimento global do plano de ação

Em conformidade com a memória descritiva da candidatura aprovada, o plano de ação considerou as seguintes tarefas e envolveu as seguintes entidades:

- i. Desenvolvimento da tecnologia de produção de alimentos ricos em $agp\Omega-3$, pelos parceiros Eurocereal e FMV-ULisboa;
- ii. Formulação de dietas específicas incorporando alimentos ricos em $agp\Omega-3$ para as explorações leiteiras, pelos parceiros Eurocereal e FMV-ULisboa;
- iii. Implementação da estratégia alimentar e monitorização dos indicadores de resposta nas explorações leiteiras, pelos parceiros Vivaleite, Eurocereal e FMV-ULisboa;
- iv. Processamento tecnológico do leite enriquecido em $agp\Omega-3$ e avaliação dos produtos lácteos, pelos parceiros Jerónimo Martins e FMV-ULisboa;
- v. Disseminação e transferência de conhecimento, por todos os parceiros, ao longo do projeto.

Desenvolvimento da tecnologia de produção de alimentos ricos em $agp\Omega-3$

Nesta tarefa desenvolveu-se a tecnologia de produção do alimento rico em $agp\Omega-3$ a adicionar à dieta das vacas. As fontes convencionais de $agp\Omega-3$, como a semente de linho e óleo de linho, são biohidrogenadas nos compartimentos gástricos dos ruminantes, sendo maioritariamente transformados em compostos saturados que são depois absorvidos no intestino. Isto traduz-se numa baixa eficiência de aporte de $agp\Omega-3$ disponíveis para absorção intestinal e conseqüentemente que possam incorporar os produtos animais edíveis – leite e carne. O alimento a desenvolver deveria minorar a biohidrogenação ruminal dos $agp\Omega-3$ e otimizar a sua absorção intestinal. Durante o curso do projeto foram necessárias sucessivas

otimizações por forma a alcançar o objetivo, o que se traduziu na continuação desta tarefa ao longo do projeto.

Inicialmente foram desenvolvidos 3 protótipos de alimento pela Eurocereal. Estes protótipos foram testados na FMV-ULisboa através de ensaios *in vitro* e *in vivo*. Os 3 suplementos à base de óleo de linho (Figura 1) foram incorporados num substrato, revestidos com diferentes tecnologias de proteção e apresentados em diferentes granulometrias.



Figura 1. Protótipos de alimento enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$.

Foram realizados ensaios *in vitro* destes três produtos iniciais com diferentes tempos de incubação, para avaliar a proporção de degradação dos $\text{agp}\Omega\text{-3}$, nomeadamente do ácido linolénico. Estes três protótipos foram comparados com semente de linho e óleo de linho, os aportes convencionais de $\text{agp}\Omega\text{-3}$. Os resultados obtidos com estes ensaios são mostrados na Figura 2 e na Tabela 1.

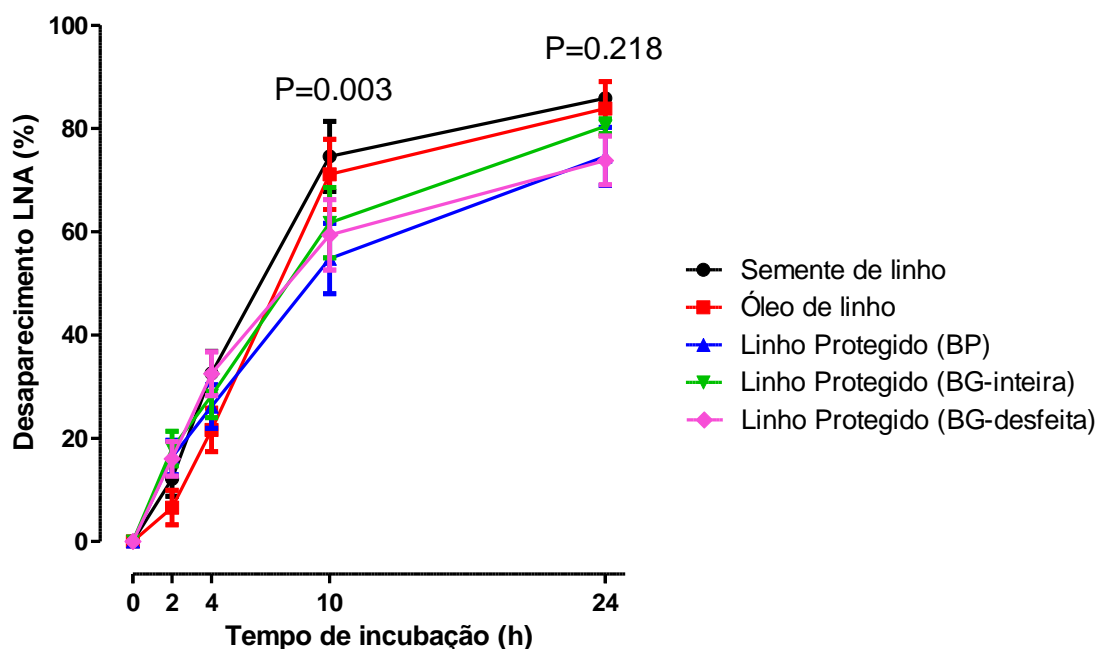


Figura 2. Cinética do desaparecimento *in vitro* do ácido linolénico (LNA) com inóculo ruminal em 5 fontes de ácido linolénico (média de 3 ensaios).

Tabela 1: Desaparecimento (%) de ácido linolénico durante incubações *in vitro* com inóculo ruminal em 3 protótipos e 2 controlos, a vários tempos (h) de incubação (média de 3 ensaios).

Tempo (h)	Fontes de ácido linolénico (LNA)					Erro	P
	Semente	Óleo	BPequena-inteira	BGrande-inteira	BGrande-desfeita		
2	12.1	6.6	16.3	18.0	16.0	3.35	0.078
4	32.6 ^a	21.6 ^b	26.1 ^{ab}	28.2 ^{ab}	32.5 ^a	4.22	0.030
10	74.6 ^a	71.1 ^a	54.8 ^b	61.8 ^b	59.4 ^b	6.82	0.003
24	85.8	83.9	74.6	80.4	73.8	4.09	0.218

Como se pode observar na Tabela 1, todos os produtos ensaiados (3 protótipos e controlos) tiveram uma baixa taxa de proteção dos $\text{ag}\Omega\text{-3}$, tendo-se verificado um desaparecimento percentual, em presença do inóculo ruminal que simula as condições *in vivo*, entre 74% e 80%. Estes resultados mostraram proporções de degradação elevadas, não correspondendo às expectativas que existiam em torno da tecnologia de proteção.

Na sequência destes resultados negativos, a Eurocereal desenvolveu 6 novos protótipos (Figura 3), com diferentes tecnologias de incorporação de óleo de linho e de proteção contra a biohidrogenação ruminal, que foram testadas na FMV-ULisboa.



Figura 3. Segunda geração de protótipos de suplemento enriquecido em $\text{ag}\Omega\text{-3}$.

Nesta segunda geração de protótipos de suplemento obtiveram-se resultados já satisfatórios, nomeadamente os protótipos 3 e 4 que apresentaram taxas de desaparecimento de ácido linolénico entre os 20 e 30% ao fim de 24 horas de incubação (Figura 4).

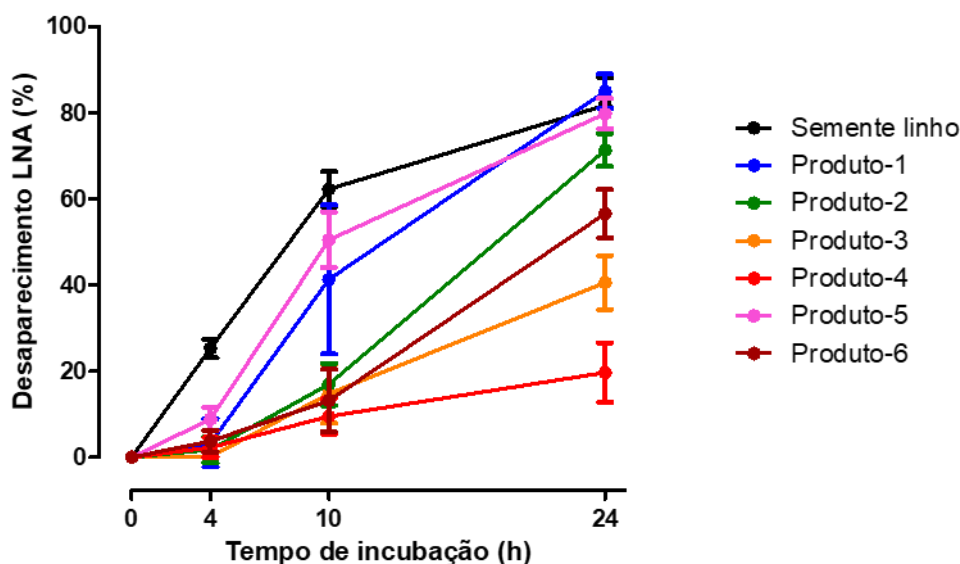


Figura 4. Cinética do desaparecimento do ácido linolénico (LNA) durante incubações *in vitro* com inóculo ruminal, em 6 protótipos e 1 controlo, a vários tempos (h) de incubação (média de 3 ensaios).

De acordo com os resultados obtidos, os protótipos 3 e 4 foram selecionados para a realização de testes *in situ*, recorrendo a ovinos com o rúmen fistulado. Por este teste foi avaliada a proporção de desaparecimento de matéria seca em bolsas colocadas no interior do rúmen, para determinar a taxa de degradação ruminal *in vivo* dos dois protótipos de suplemento. Verificou-se que o desaparecimento de matéria seca no rúmen após 24 horas de incubação era de 6% para o produto 3 e de 2% para o produto 4 (Figura 5).

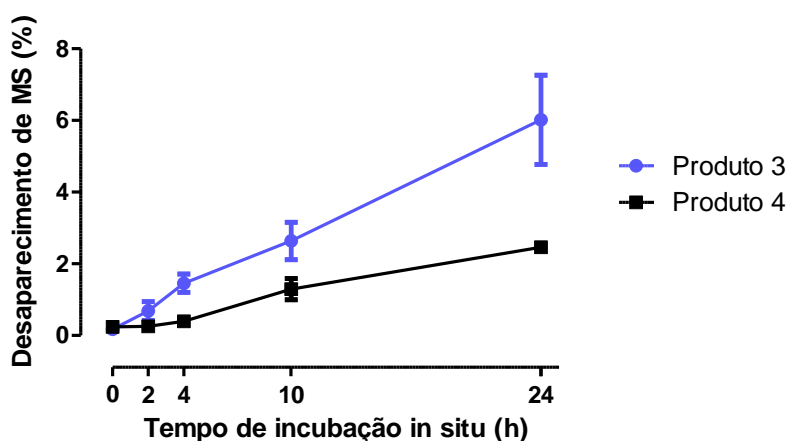


Figura 5. Avaliação do desaparecimento de matéria seca dos protótipos de suplemento 3 e 4 em ensaios *in situ* no rúmen.

Formulação de dietas específicas incorporando alimentos ricos em $\text{ag}\Omega\text{-3}$

Os resultados *in vitro* e *in vivo* obtidos com os protótipos 3 e 4 permitiram partir para a tarefa seguinte, que consistiu na formulação de dietas que incorporassem estes alimentos, assim como a determinação da modalidade da sua administração. Através dos parceiros Eurocereal e FMV-ULisboa foi formulada uma dieta para vacas leiteiras em produção (Tabela 2). A esta dieta seria adicionada o protótipo 3, designado NatOmega3, na quantidade de 250 g/vaca/dia, excipientado com componentes palatáveis (perfazendo 1Kg/vaca/dia) para incentivar o seu consumo. Foi também formulado um suplemento similar ao NatOmega3 em termos de teor energético, proteico e de gordura, mas sem enriquecimento em $\text{ag}\Omega\text{-3}$, para ser utilizado como alimento controlo na tarefa seguinte do projeto (Tabela 2).

Tabela 2 – Fórmula da dieta para vacas leiteiras em lactação e composição dos suplementos NatOmega3 e Controlo

Ingredientes (% MS)	<i>Unifeed</i>	Suplementos	
		Controlo	NatOmega3
Silagem milho	29,1	-	-
Feno azevém	12,6	-	-
Grão de cevada	27,8	-	-
Levedura de cerveja	2,1	-	-
Óleo de Soja	13,9	-	-
Melaço de beterraba	3,0	-	-
Farelo de arroz	3,5	-	-
Óleo de palmiste	3,9	-	-
Ácido Palmítico 98%	1,1	-	-
Mineral e vitamínico premix	2,9	-	-
Perfil Nutricional (% MD)			
% DM	51,6	90,7	91
Crude protein	16,9	14,4	13,5
Crude fat	4,3	15,6	14,6
Starch	26,4	18,4	20,6
Neutral detergent fiber (NDF)	32,5	21,4	20
Acid detergent fiber (ADF)	18,9	-	-
Acid detergent lignin (ADL)	2,9	-	-
Ash	8,6	10,2	11,4
NE _L (Mcal/kg de MS)	1,702	-	-
Ácidos gordos (g/100 g total)			
14:0	0,91	1,5	0,1
16:0	43,4	46,5	5,3
18:0	3,63	47,5	30,8
18:1 cis-9	17,8	4,5	11,8
18:1 cis-11	1,38	-	0,4
18:2 n-6	28,5	-	10,5
18:3 n-3	3,32	-	40
20:0	0,38	-	0,6
Outros	0,59	-	0,5

MS = Matéria Seca;

Implementação da estratégia alimentar e monitorização dos indicadores de resposta

Para esta tarefa, a Eurocereal procedeu à produção industrial do NatOmega3 para o ensaio de campo piloto numa exploração leiteira. O parceiro Vivaleite identificou a empresa Barão e Barão, Lda, sua afiliada, situada em Benavente, para a realização do ensaio piloto, por as características das instalações, maneio do efetivo e acessibilidade de registos serem os mais adequados ao ensaio. Nesta empresa agropecuária foram instalados doseadores e um silo para o NatOmega3, sendo preparada a logística de recolha de informação através dos sistemas computadorizados existentes.

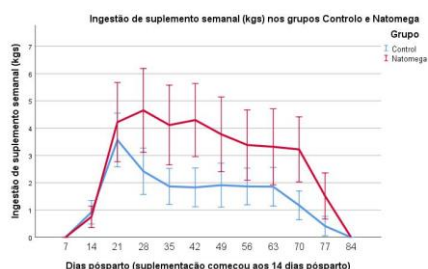
Após a receção do NatOmega3, foi conduzido um ensaio preliminar de palatibilidade e ingestão num número reduzido de vacas leiteiras, que revelou aceitação e ingestão, quer do produto, quer da dieta incorporando o produto. Após este resultado positivo, delineou-se o ensaio piloto de campo, englobando 60 vacas durante 60 dias no pós-parto, do dia 14 até ao dia 74 pós-parto, (30 vacas suplementadas com NatOmega3 e 30 vacas suplementadas com o Controlo acima referido). Esta fase da lactação foi escolhida por ser uma fase crítica do ciclo reprodutivo das vacas, onde a saúde e o bem-estar animal são mais afetados, e por ser o período em que as vacas têm o retorno à atividade ovárica e à fertilidade fisiológica. Ambos os suplementos (NatOmega3 e Controlo) foram administrados através de doseadores em comedouro automático, na quantidade de 250 g/vaca/dia, excipientados na proporção de 1:4 (1 Kg/dia/vaca de suplemento), faseados para 4 tomas diárias, acionadas através dos colares de identificação eletrónica dos animais. A dieta base (Tabela 2) foi administrada através do sistema *Unifeed*. Coube ao parceiro Vivaleite a implementação do sistema alimentar e à FMV-ULisboa a recolha de amostras (leite, sangue, zaragatoas e citologias uterinas) e sua análise laboratorial. Em paralelo, a Vivaleite procedeu à recolha de amostras de leite e seu envio ao ALIP - Associação Interprofissional do Leite e Lacticínios, para análise dos teores proteico, de gordura e de lactose, assim como do teor em células somáticas.

Este ensaio, na sua componente de campo e laboratorial teve início a 14 de maio de 2019 e terminou a 13 de janeiro de 2020. No total foram obtidos 6060 dados analíticos, listados na Tabela 3. Foi ainda registada a ingestão diária do suplemento, a produção leiteira diária desde o início até ao final da lactação, o peso diário durante os 60 dias do ensaio, a data do primeiro cio, da primeira inseminação artificial e da inseminação artificial fecundante. A recolha de amostras e as observações realizadas na vacaria foram executadas por uma equipa de 3 técnicos da FMV-ULisboa, dois dias por semana.

Abaixo apresentam-se os resultados mais relevantes, podendo a sua totalidade e respetiva discussão ser apreciada nos documentos de divulgação apresentados em anexo a este relatório. Os grupos NatOmega3 e Controlo foram emparelhados com vacas com similar número médio de lactações ($1,7 \pm 0,2$ e $1,8 \pm 0,2$ respetivamente). O número de vacas adstritas a cada um dos grupos, $n = 29$ e $n = 31$, respetivamente, resultou de uma vaca inicialmente programada para o grupo NatOmega3, por falha na identificação eletrónica, ter entrado no grupo Controlo.

Estava prevista a ingestão global de 60 Kg de suplemento por vaca (60 dias x 1 Kg/dia), contendo um total de 15 Kg de $\text{agg}\Omega\text{-3}$ (250 g/dia/vaca) no grupo NatOmega3. A distribuição dos níveis de ingestão dos suplementos ao longo do ensaio foi a seguinte:

- < 5 kg: 13 animais (6 do Grupo Controlo e 7 do Grupo NatOmega3)
- 5-15 kg: 13 animais (9 do Grupo Controlo e 4 do Grupo NatOmega3)
- 15-30 kg: 15 animais (10 do Grupo Controlo e 5 do Grupo NatOmega3)
- 30-50 kg: 8 animais (5 do Grupo Controlo e 3 do Grupo NatOmega3)
- >50 kg: 11 animais (0 do Grupo Controlo e 11 do Grupo NatOmega3)



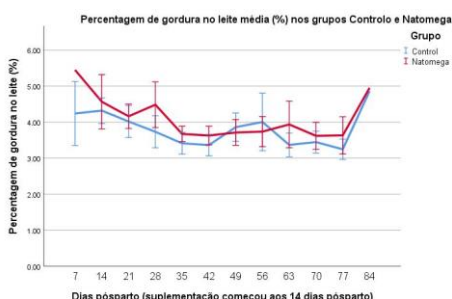
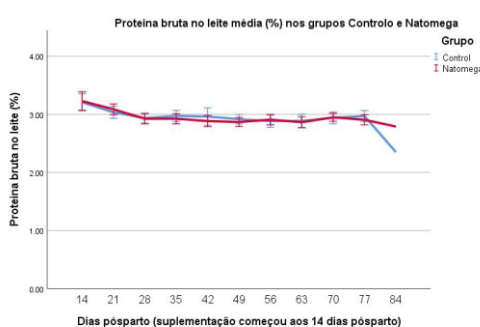
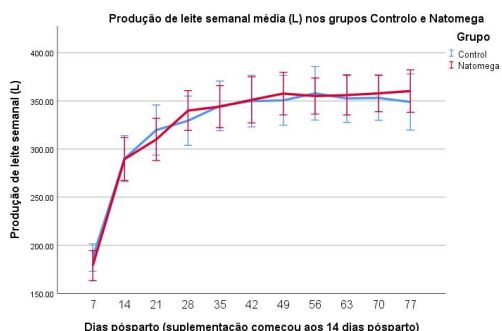
Este resultado pode advir de dois fatores. Por um lado, a distribuição dos suplementos em comedouros automáticos, modalidade introduzida de novo na rotina alimentar dos animais, poderá ter condicionado o nível de ingestão, por razões comportamentais individuais. De facto, a dispersão de níveis de ingestão registou-se em ambos os grupos, NatOmega3 e Controlo. No entanto, por outro lado, o grupo NatOmega3 registou um maior número de vacas com nível de

ingestão global mais elevado, o que pode significar uma maior palatabilidade e aceitação do suplemento NatOmega3, em comparação com o suplemento Controlo.

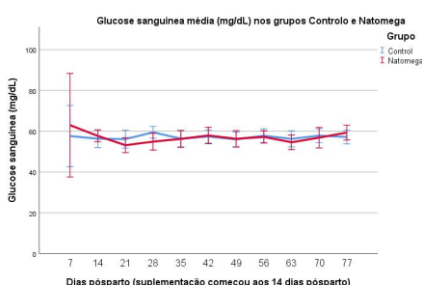
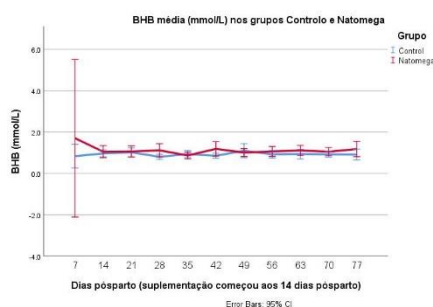
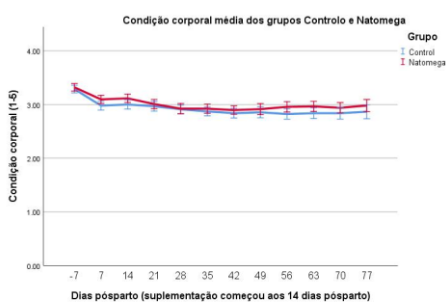
Tabela 3. Listagem da recolha de amostras e sua análise no decorrer do ensaio de campo piloto.

Variáveis avaliadas	Momento da avaliação	Amostragem
Indicadores metabólicos		
Condição corporal	Dias -7, +7, +14, +21, +28, +35, +42, +49, +56, +63, +70 relativamente ao parto, último dia de suplementação	720
Cálcio - plasma	Dia do parto	60
Ácidos gordos não esterificados - plasma	Dias -7, +7, +14, +21 relativamente ao parto	240
β -hidroxibutirato - plasma	Dias -7, +7, +14, +21, +28, +35, +42, +49, +56, +63, +70 relativamente ao parto, último dia de suplementação	720
Glucose - plasma	Dias -7, +7, +14, +21, +28, +35, +42, +49, +56, +63, +70 relativamente ao parto, último dia de suplementação	720
Indicadores de saúde e reprodutivos		
Células somáticas no leite	Início da suplementação e final da 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª e 9ª semanas	600
Hemograma	Início da suplementação e final das 2ª, 4ª, 6ª, 8ª e 9ª semanas	360
Progesterona	Dias +7, +14, +21, +28, +35, +42, +49, +56, +63, +70 pós-parto, último dia de suplementação, IA, dia +7, +14 e +21 pós-IA	900
Corrimento vaginal	Dias 21 e 42 pós-parto	120
Ultrassonografia reprodutiva	Dias 21 e 42 pós-parto	120
Citologia do endométrio	Dias 21 e 42 pós-parto	120
Concentração de adipocinas no sangue	Início do período de suplementação e final das 2ª e 4ª semanas	180
Indicadores resposta ao suplemento		
Concentração de Omega 3 no leite	Início da suplementação e final da 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª e 9ª semanas	600
Concentração de Omega 3 no sangue	Início da suplementação e final da 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª e 9ª semanas	600

As figuras abaixo representam a evolução da produção leiteira, teor proteico e butiroso no leite ao longo do ensaio. Conforme pode ser observado, o tipo de suplemento e nível de ingestão não afetaram de forma significativa aqueles parâmetros. De realçar que o teor butiroso do leite não foi afetado negativamente pelo suplemento NatOmega3, efeito este que foi reportado em diferentes estudos, após a suplementação com fontes de $\text{agp}\Omega\text{-3}$.



Em relação aos indicadores metabólicos condição corporal e concentrações sanguíneas de beta-hidroxibutirato (BHB) e glucose, o tipo de suplemento e nível de ingestão não afetaram de forma significativa nenhum destes parâmetros analisados, conforme pode ser observado nas figuras abaixo.

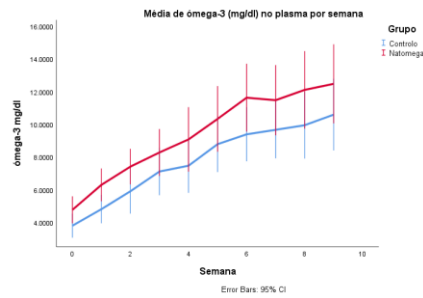
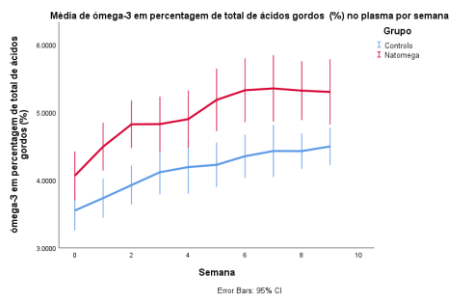
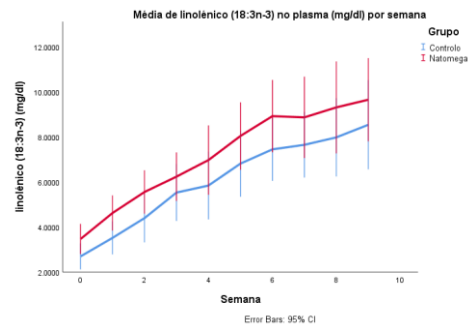
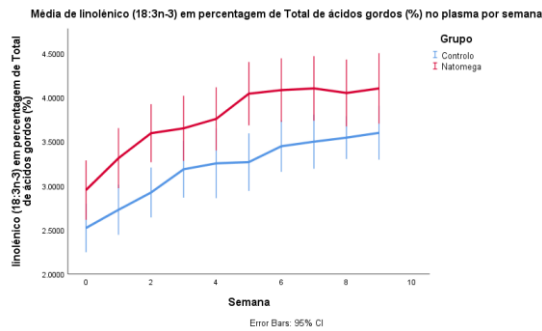


Em relação aos indicadores de saúde e reprodutivos, o tipo de suplemento e nível de ingestão não afetaram a contagem de células somáticas do leite, mas tiveram um efeito positivo sobre a fertilidade. O risco de concepção à inseminação artificial teve um aumento significativo no grupo NatOmega3, e de forma crescente com o nível de ingestão do suplemento. Este aumento significativo não se verificou no

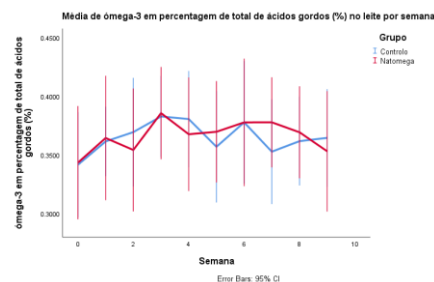
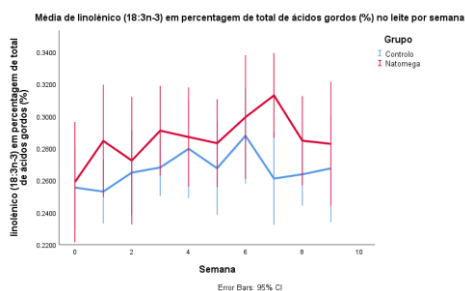
grupo Controlo. Estes resultados estão detalhados no artigo publicado no *Journal of Dairy Science*, anexo a este relatório.

O facto de o nível de ingestão de ambos os suplementos ter variado, embora não estando planeado, permitiu aferir a transferência dos $\text{agp}\Omega\text{-3}$ para os tecidos edíveis sangue e leite, em

função da ingestão. Na avaliação da transferência para o sangue (e logo para os diferentes tecidos orgânicos), no grupo suplementado com NatOmega3, observou-se que o total de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ e de ácido linolénico, quer em concentração (mg/dL), quer em percentagem dos ácidos gordos totais, aumentou significativamente. Este aumento foi específico para os $\text{agp}\Omega\text{-3}$ e não para os $\text{agp}\Omega\text{-6}$ (ácido linoleico), tendo o ratio n3-n6 também aumentado significativamente. Estes efeitos positivos não se verificaram no grupo Controlo. Nas figuras abaixo estão representados os resultados mais significativos da transferência de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ para o sangue circulante. Esta transferência esteve associada ao benefício observado na fertilidade e demonstrou o potencial da suplementação alimentar com $\text{agp}\Omega\text{-3}$ nos parâmetros de saúde e bem-estar animal.



Apesar da transferência de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ para o sangue e da sua associação com a melhoria do desempenho reprodutivo, comprovando a proteção sobre a biohidrogenação ruminal e a absorção intestinal, a transferência de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ para o leite não foi significativa, não tendo sido observadas diferenças entre os grupos NatOmega3 e Controlo, conforme figuras abaixo apresentadas. Os resultados evidenciaram que o suplemento Natomega3, embora contribuindo para a saúde e bem-estar animal, não permitiu atingir no leite as concentrações de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ que permitiriam atingir as alegações legais de produto naturalmente enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$ ou mesmo de fonte de $\text{agp}\Omega\text{-3}$.



Após a conclusão do ensaio piloto, o consórcio reuniu para delineamento do plano de ação subsequente. Em função dos resultados obtidos, foi decidido que o enriquecimento em $\text{agp}\Omega\text{-3}$

do suplemento deveria ser restringido ao EPA (ácido icosapentaenóico; **C20:5n-3**) e DHA (ácido docosa-hexaenóico; **C22:6n-3**), pela evidência científica dos seus efeitos benéficos na saúde animal e humana.

Tabela 4. Perfil de $\text{agg}\Omega\text{-3}$ e em particular de EPA e DHA do protótipo (abril)

	% total AG		mg/g produto	
	Média	DP	Média	DP
C12:0	0,06	0,005	0,63	0,030
C14:0	1,24	0,018	12,65	0,929
C15:0	0,08	0,003	0,78	0,080
C16:0	9,49	0,104	96,45	7,067
C16:1c9	1,34	0,015	13,59	0,998
C17:0	0,12	0,005	1,25	0,073
C16:2n-4	0,19	0,007	1,94	0,173
C18:0	78,27	0,105	794,83	51,289
C16:3n-4	0,33	0,016	3,34	0,069
C18:1c9	1,71	0,178	17,25	0,609
C18:1c11	0,40	0,005	4,08	0,218
C16:4n-1	0,43	0,004	4,37	0,271
C18:2n-6	0,16	0,028	1,65	0,162
C20:0	0,96	0,004	9,75	0,588
C18:3n-6	0,03	0,001	0,31	0,018
C18:3n-3	0,17	0,003	1,71	0,094
C20:1	0,03	0,003	0,31	0,039
C18:4n-3	0,30	0,006	3,03	0,178
C20:2n-6	0,00	0,000	0,00	0,000
C20:3n-9	0,00	0,000	0,00	0,000
C22:0	0,41	0,003	4,14	0,260
C20:3n-6	0,02	0,004	0,17	0,048
C22:1	0,05	0,001	0,54	0,042
C20:3n-3	0,02	0,003	0,22	0,040
C20:4n-6	0,14	0,005	1,40	0,058
C23:0	0,00	0,000	0,00	0,000
C20:4n-3	0,07	0,003	0,74	0,068
C20:5n-3	2,63	0,030	26,67	1,871
C24:0	0,17	0,004	1,72	0,124
C24:1	0,03	0,001	0,29	0,018
C22:4n-6	0,00	0,000	0,00	0,000
C22:4n-3	0,09	0,002	0,88	0,062
C22:5n-3	0,27	0,006	2,70	0,143
C22:6n-3	0,77	0,012	7,78	0,580
Omega-3	4,31	0,045	43,73	3,009

Neste contexto, a Eurocereal iniciou o desenvolvimento de um novo protótipo de suplemento enriquecido em EPA e DHA que otimizasse a transferência destes $\text{agg}\Omega\text{-3}$ para o sangue (efeitos

na saúde e bem-estar animal) e leite (efeitos na saúde humana). Este protótipo ficou disponível para testagem laboratorial em 1 de abril de 2022. Na Tabela 4 está o perfil de ácidos gordos, em particular os agp Ω -3 onde se incluem o EPA e DHA, deste protótipo. Verificou-se que o protótipo apresentava enriquecimento significativo em agp Ω -3 (43,73 mg/g produto) e em particular de EPA+DHA (34,45 mg/g produto). No entanto a produção fabril em quantidade suficiente para a testagem de campo só ocorreu em junho. Nesse momento, face ao previsível efeito do stress térmico de verão foi acordado que o ensaio deveria ter lugar no final de setembro. No início de setembro fez-se uma reanálise do suplemento, obtendo-se os resultados inscritos na Tabela 5.

Tabela 5. Perfil de agp Ω -3 e em particular de EPA e DHA do protótipo (setembro)

	% total AG		mg/g	
	media	DP	media	DP
C12:0	0,07	0,00	0,56	0,00
C14:0	1,32	0,07	10,74	0,11
C15:0	0,08	0,00	0,68	0,01
C16:0	10,03	0,36	81,71	2,23
C16:1c9	1,26	0,08	10,26	0,04
C17:0	0,13	0,01	1,09	0,02
C16:2n-4	0,08	0,01	0,63	0,01
C18:0	82,80	0,71	675,54	48,38
C16:3n-4	0,06	0,01	0,45	0,07
C18:1c9	1,65	0,15	13,40	0,36
C18:1c11	0,40	0,03	3,25	0,06
C16:4n-1	0,04	0,00	0,36	0,01
C18:2n-6	0,10	0,01	0,83	0,06
C20:0	1,03	0,02	8,42	0,72
C18:3n-3	0,10	0,01	0,78	0,01
C20:1	0,05	0,00	0,39	0,00
C20:3n-6	0,45	0,02	3,66	0,38
C23:0	0,03	0,00	0,21	0,01
C20:4n-3	0,00	0,00	0,04	0,04
C20:5n-3	0,11	0,01	0,93	0,02
C24:0	0,17	0,01	1,41	0,19
C22:5n-3	0,01	0,00	0,10	0,01
C22:6n-3	0,03	0,00	0,27	0,02
OMEGA3	0,26	0,02	2,12	0,01

Conforme pode ser observado nesta tabela, o teor de agp Ω -3 (2,12 mg/g produto) e de EPA+DHA (1,2 mg/g produto) decaiu de forma muito significativa, o que evidenciou um prazo de validade muito curto e uma particular sensibilidade à oxidação. Neste sentido, a Eurocereal e com acessoria de uma empresa Espanhola, concentrou-se na otimização do protótipo existente, quer no teor de EPA+DHA, quer na capacidade anti-oxidante do protótipo. Face à data do final do projeto, mercê de trabalho intensivo, foi possível apresentar um novo protótipo cuja análise laboratorial está na Tabela 6.

Tabela 6. Perfil de ω -3 e em particular de EPA e DHA do protótipo (dezembro)

	% total AG		mg/g produto	
	produto-dez	produto-nov	produto-dez	produto-nov
C12:0	0,1	0,1	0,6	0,7
C12:1	0,0	0,0	0,1	0,2
C13:0	0,0	0,0	0,0	0,0
C14:0	4,3	5,8	29,5	38,4
C14:1c9	0,0	0,0	0,1	0,2
C15:0	0,2	0,3	1,7	2,1
C16:0	12,1	14,2	82,9	94,5
C16:1c7	0,1	0,1	0,4	0,5
C16:1c9	4,5	6,0	30,4	40,2
C17:0	0,2	0,3	1,5	1,8
C17:1c9	0,1	0,1	0,5	0,6
C16:2n-4	0,4	0,6	3,0	4,0
C18:0	44,8	29,1	305,9	193,1
C16:3n-4	0,5	0,6	3,2	4,2
C18:1c9	5,4	7,3	37,1	48,2
C18:1c11	1,5	2,0	10,1	13,3
C16:4n-1	0,9	1,3	6,3	8,4
C18:2n-6	1,0	1,4	7,0	9,1
C20:0	0,8	0,6	5,7	3,9
C18:3n-6	0,1	0,1	0,7	0,8
C18:3n-3+C20:1	1,5	2,0	10,4	13,6
C20:1	1,2	1,6	8,0	10,5
C18:4n-3	1,2	1,7	8,5	11,1
C20:2n-6	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:3n-9	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:0	0,3	0,2	1,9	1,3
C20:3n-6	0,1	0,1	0,4	0,5
C22:1	2,2	2,9	15,1	19,6
C20:3n-3	0,2	0,1	1,1	0,8
C20:4n-6	0,4	0,5	2,7	3,5
C23:0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:4n-3	0,3	0,4	2,3	2,9
C20:5n-3 (EPA)	8,8	11,7	59,8	77,7
C24:0	0,1	0,1	0,7	0,5
C24:1	0,3	0,4	1,8	2,4
C22:4n-6	0,0	0,0	0,2	0,2
C22:4n-3	0,3	0,3	1,7	2,2
C22:5n-3	0,8	1,0	5,3	6,9
C22:6n-3 (DHA)	5,3	7,0	35,9	46,6
EPA + DHA	14,0	18,7	95,7	124,4

Conforme pode ser observado na Tabela 6, este protótipo apresentou um enriquecimento significativo em EPA+DHA relativamente aos anteriores. As colunas comparam os valores obtidos em novembro e dezembro (um mês de intervalo) para se avaliar a estabilidade e prazo de validade. Observou-se uma quebra significativa do teor de EPA+DHA (124,4 para 95,7 mg/g produto), o que ainda denotou uma sensibilidade à oxidação.

No entanto, foi decidido que o protótipo continha ainda teores elevados de EPA+DHA e que o ensaio de campo piloto deveria ser realizado durante o mês de dezembro de 2022 na empresa agropecuária Barão e Barão, Lda. Neste ensaio, o suplemento enriquecido foi administrado diretamente no sistema *Unifeed*. O desenho do ensaio considerou a administração do suplemento enriquecido em $\text{agp}\Omega\text{-3}$ (EPA e DHA), na quantidade de 300 g/vaca/dia a um parque de produção com 70 vacas em lactação, em diferentes estádios da curva de lactação e da gestação, durante 14 dias. O leite total do parque foi analisado aos dias 0 (1 dia antes da suplementação), 7 e 14 (último dia da suplementação). Foram igualmente selecionadas 20 vacas cujo leite individual e amostra de sangue foram também analisadas. A logística da alimentação esteve a cargo da Vivaleite e a recolha de amostras e análise laboratorial a cargo da FMV-ULisboa.

Os resultados obtidos estão apresentados nos quadros abaixo.

Ácidos gordos sangue (%)	Pré-suplementação	Após-suplementação	Valor P
C18:2n:6 (LA)	47,99±0,81	47,96±0,84	0,9665
C20:4n:6 (AA)	2,18±0,13	2,06±0,14	0,0652
C18:3n:3 (ALA)	2,22±0,056	2,42±0,062	0,0016
C20:5n:3 (EPA)	0,32±0,017	0,83±0,024	<0,0001
C22:6n:3 (DHA)	0,013±0,004	0,154±0,010	<0,0001
EPA+DHA	0,33±0,02	0,99±0,03	<0,0001
OMEGA3	3,26±0,06	4,52±0,10	<0,0001

Ácidos gordos sangue (mg/dL)	Pré-suplementação	Após-suplementação	Valor P
C18:2n:6 (LA)	106,87±5,61	123,19±5,67	0,0008
C20:4n:6 (AA)	4,80±0,35	5,19±0,19	0,0306
C18:3n:3 (ALA)	4,97±0,30	6,22±0,31	<0,0001
C20:5n:3 (EPA)	0,70±0,04	2,12±0,08	<0,0001
C22:6n:3 (DHA)	0,029±0,008	0,398±0,030	<0,0001
EPA+DHA	0,73±0,045	2,52±0,103	<0,0001
OMEGA3	7,27±0,39	11,57±0,49	<0,0001

A comparação dos teores sanguíneos médios das 20 vacas, antes e após suplementação, mostrou que o teor de EPA+DHA triplicou a sua concentração no sangue (2,52 versus 0,73 mg/dL) e a sua proporção no total de ácidos gordos (0,99% versus 0,33%). Este aumento muito significativo (valor de $P < 0,0001$), após 14 dias de suplementação, evidencia que houve proteção da biohidrogenação ruminal e subsequente absorção intestinal para a corrente sanguínea com ulterior transporte a todos os tecidos edíveis.

A comparação dos teores lácteos médios das 20 vacas, antes e após suplementação, mostrou que o teor de EPA+DHA quase quadruplicou a sua concentração no leite (1,95 versus 0,54 mg/dL) e triplicou a sua proporção no total de ácidos gordos (0,065% versus 0,023%). Este aumento muito significativo (valor de $P < 0,0001$), após 14 dias de suplementação, evidencia

transporte do tecido da glândula mamária para a secreção láctea e o enriquecimento natural do leite nestes compostos.

Ácidos gordos leite (%)	Pré-suplementação	Após-suplementação	Valor de P
C18:2n:6 (LA)	2,14±0,11	2,51±0,10	<0,0001
C20:4n:6 (AA)	0,15±0,006	0,10±0,005	<0,0001
C18:3n:3 (ALA)	0,19±0,01	0,25±0,01	<0,0001
C20:5n:3 (EPA)	0,02±0,001	0,04±0,002	<0,0001
C22:6n:3 (DHA)	0,001±0,0003	0,020±0,001	<0,0001
EPA+DHA	0,023±0,001	0,065±0,003	<0,0001
OMEGA3	0,29±0,01	0,48±0,02	<0,0001

Ácidos gordos leite (mg/dL)	Pré-suplementação	Após-suplementação	Valor P
C18:2n:6 (LA)	51,67±3,94	82,80±13,52	0,0296
C20:4n:6 (AA)	3,70±0,30	3,53±0,88	0,8408
C18:3n:3 (ALA)	4,72±0,36	7,63±0,87	0,0045
C20:5n:3 (EPA)	0,53±0,05	1,33±0,13	<0,0001
C22:6n:3 (DHA)	0,014±0,006	0,617±0,070	<0,0001
EPA+DHA	0,54±0,05	1,95±0,20	<0,0001
OMEGA3	7,08±0,51	14,52±1,51	<0,0001

Processamento tecnológico do leite enriquecido em agpΩ-3 e avaliação dos produtos lácteos

Por forma a validar a utilização tecnológica ulterior do leite, foi também recolhida uma amostra de leite de tanque do total das 70 vacas do parque, um dia antes e no último dia de suplementação. Foi também recolhida uma amostra de leite de tanque de outro parque de produção de 70 vacas para controlo adicional. Esta parte da tarefa foi realizada pela Vivaleite (logística da alimentação), FMV-ULisboa (recolha de amostras e análise laboratorial), sob a assessoria da Jerónimo Martins. Os valores obtidos no tanque de leite das 70 vacas suplementadas, antes e após os 14 dias de suplementação foram similares às médias das 20 vacas monitorizadas individualmente. A proporção de EPA+DHA no total de ácidos gordos foi de 0,022% antes e 0,059% após a suplementação, respetivamente. O teor de EPA+DHA foi de 0,516 mg/dL e 1,469 mg/dL também respetivamente, ou seja uma triplicação das concentrações.

Por forma a avaliar os teores de EPA+DHA e agpΩ-3 totais nos derivados tecnológicos lácteos, no laboratório da FMV-ULisboa, sob assessoria da Jerónimo Martins, procedeu-se à produção de manteiga, utilizando uma amostra do leite de tanque (parque de 70 vacas) antes e após a suplementação, desta forma mimetizando em ensaio piloto a transformação industrial de uma quantidade significativa de leite (70 vacas x 40 L/vaca = 2800 L). Os resultados estão apresentados nos quadros abaixo. Conforme pode ser observado, o teor de EPA+DHA quadruplicou na manteiga produzida com o leite suplementado (40mg/100g versus 10mg/100g), enquanto o total de agpΩ-3 sofreu um incremento de cerca de 50% (281mg/100g versus 182mg/100g).

Ácidos gordos manteiga (mg/100g)	Pré-suplementação	Após-suplementação
C18:2n:6 (LA)	1365	1479
C20:4n:6 (AA)	87	62
C18:3n:3 (ALA)	127	150
C20:5n:3 (EPA)	10	23
C22:6n:3 (DHA)	0	17
EPA+DHA	10	40
OMEGA3	182	281

No entanto, para efeitos de alegação oficial na manteiga, importa obter os valores por kcal. Considerando que 100 g de manteiga apresenta 717 kcal, o quadro abaixo apresenta os valores obtidos por 100 kcal.

Ácidos gordos na manteiga (mg/100kcal)	Pré-suplementação	Após-suplementação
C18:2n:6 (LA)	190,38	206,28
C20:4n:6 (AA)	12,13	8,65
C18:3n:3 (ALA)	17,71	20,92
C20:5n:3 (EPA)	1,39	3,21
C22:6n:3 (DHA)	0,00	2,37
EPA+DHA	1,39	5,58
OMEGA3	25,38	39,19

Articulação entre as entidades que integram o grupo operacional

A FMV-ULisboa, enquanto entidade responsável do Grupo Operacional, dinamizou a implementação do projeto e coordenou as contribuições dos parceiros e de todas as fases e tarefas do plano de ação. Neste sentido, agendou reuniões regulares com os parceiros, para discussão da evolução da iniciativa e dos resultados obtidos. Estas reuniões tiveram lugar na FMV-ULisboa, na Vivaleite e na plataforma informática zoom durante a pandemia Covid19 (exemplos nos ANEXOS 1 e 2).

A cooperativa Vivaleite assegurou as condições de maneo e logísticas necessárias para a implementação da estratégia alimentar na exploração leiteira, a recolha de amostras e a transferência do seu sistema de registos para análise pelos parceiros. A Eurocereal alocou as suas instalações fabris para o desenvolvimento dos diferentes protótipos de suplemento e a sua subsequente produção industrial e colaborou com a FMV-ULisboa na formulação e implementação da estratégia alimentar na exploração leiteira. A Jerónimo Martins participou ativamente na discussão da implementação das tarefas e dos resultados, tendo prestado assessoria na utilização tecnológica do leite.

Constrangimentos e riscos sentidos

O projeto sofreu vários constrangimentos no decurso da sua execução. Um constrangimento inicial decorreu da não aprovação como elegível, do financiamento proposto em sede candidatura para a assessoria técnica da empresa francesa CODRAH à Eurocereal para o desenvolvimento dos protótipos de suplemento. Este constrangimento só foi possível de ultrapassar através do empenho técnico da Eurocereal e da assessoria técnica ulterior de uma empresa Espanhola no desenvolvimento final do último protótipo. Este constrangimento terá eventualmente resultado num tempo superior ao antecipado no desenvolvimento do suplemento.

Um segundo constrangimento inicial, resultou igualmente da não aprovação como elegível, do financiamento proposto em sede candidatura para a aquisição pela FMV-ULisboa de um equipamento de medição das emissões de metano pelos animais e no ambiente das explorações leiteiras. Esta limitação, que tal como a anterior, é de muito difícil compreensão, impossibilitou atingir um objetivo relevante do projeto, que consistia na demonstração do efeito benéfica da alimentação rica em ω -3 sobre as libertações de metano para a atmosfera. De facto, esta seria uma demonstração muito relevante para os *stakeholders* e para a sociedade, contribuindo para a aceitação dos produtos lácteos.

Um terceiro constrangimento decorreu da pandemia COVID19. Esta prejudicou o decurso do plano de ação por várias formas. Em primeiro lugar teve repercussão sobre a laboração da fábrica onde decorreu o desenvolvimento dos protótipos e a sua subsequente produção industrial na sede da Eurocereal. Em segundo lugar prejudicou o momento de realização dos ensaios de campo piloto e a sua extensão a mais de uma exploração leiteira da cooperativa Vivaleite. Isto decorreu das restrições legais à movimentação de pessoas e do próprio receio dos proprietários em ter ações a decorrer nas suas instalações. Finalmente, prejudicou o trabalho laboratorial na FMV-ULisboa, onde por despacho ministerial e reitoral, as instalações estiveram temporariamente encerradas e o seu pessoal e equipamentos adstritos a trabalho de diagnóstico e de monitorização epidemiológica da própria pandemia. A pandemia COVID19 também prejudicou a realização de reuniões presenciais (foram realizadas pelo consórcio na plataforma zoom durante a pandemia) e a organização de eventos presenciais.

Um constrangimento que decorreu dos resultados do projeto foi ter sido necessário o desenvolvimento de vários protótipos e sua validação, o que ocasionou que o último ensaio de campo só tivesse lugar no final do projeto, e os seus últimos resultados, embora já inscritos neste relatório final, não tenham ainda sido divulgados aos *stakeholders* elegíveis.

Disseminação e transferência de conhecimento

- Foi criado o sitio da internet <http://www.natomega3.com/> que contém a informação relevante sobre o projeto e seus *outputs*.
- Para efeitos de divulgação, o projeto foi apresentado na Cimeira da Agro-Inovação 2018, que teve lugar no dia 29 de Outubro, em Oeiras.
- Também para efeitos de divulgação foi publicado no suplemento Perspetivas do jornal Público, edição 33, de Abril de 2019, um resumo dos objetivos e da relevância para a sociedade do Projeto Nat-Omega3 (ANEXO 3).
- Para divulgação técnico-científica na comunidade académica foram produzidos os seguintes documentos:
 - i. Artigo científico na revista Journal of Dairy Science (ANEXO 4):
Gonçalo Pereira, Patrícia Simões, Ricardo Bexiga, Elisabete Silva, Luisa Mateus, Tatiane Fernandes, Susana P. Alves, Rui J. B. Bessa, and Luis Lopes-da-Costa (2021). Effects of feeding rumen-protected linseed fat to postpartum dairy cows on plasma n-3 polyunsaturated fatty acid concentrations and metabolic and reproductive parameters. J. Dairy Sci. 105 <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20674>
 - ii. Comunicação em painel no 17th Euro Fed Lipid Congress and Expo, 20-23 outubro 2019, Sevilha, Espanha (ANEXO 5):

Susana P. Alves, Ana Cristina Vítor, Jerónimo Pinto, Ricardo Bexiga, Rui J. B. Bessa, Luís Lopes-da-Costa (2019). Evaluation of novel rumen-protected omega-3 supplements on ruminal lipid metabolism in vitro. Book of Abstracts, pp.218

- iii. Comunicação oral no 72nd EAAP Annual Meeting, Davos, Suíça, 30 agosto – 04 setembro, 2021 (ANEXO 6):
T. Fernandes, M.C. Aires, G. Pereira, R. Bexiga, S.P. Alves, L. Lopes-da-Costa & R.J.B. Bessa (2021). Effects of supplementation of dairy cow with fat encapsulated linseed oil on milk fatty acids. Book of Abstracts, pp.302
- iv. Dissertação de mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção Animal do Instituto Superior de Agronomia (ISA) (ANEXO 7):
Mariana Coelho Aires (2021). Efeito da suplementação da dieta de vacas leiteiras com uma fonte de ácidos gordos ómega-3 protegida (NatOmega-3) na composição em ácidos gordos do leite.
- v. Para publicação posterior ao término do projeto: Resultados do último ensaio de campo (Journal of Dairy Science); evento para divulgação posterior ao término do projeto: reunião técnica com *stakeholders* no Auditório da FMV-ULisboa
- vi. Deposição do relatório final e anexos na Rede Rural Nacional

Os destinatários (*stakeholders*) dos resultados do projeto são a fileira produtiva do leite, a agroindústria e suas organizações (ex.: ANIL, IACA), os consumidores e suas organizações (ex.: DECO), as associações profissionais (ex.: CAP, CONFAGRI), as entidades do sistema científico e tecnológico e associações técnicas profissionais (ex.: APB, OMV, OE, Nutricionistas Humanos), e os organismos competentes da administração central e regional.

Conclusões sobre o projeto desenvolvido e perspetivas futuras

Em conclusão, a parceria 84 e iniciativa 167 representaram um consórcio englobando uma instituição do sistema científico e tecnológico, uma cooperativa leiteira, uma empresa da indústria alimentar para animais e uma empresa da transformação e comercialização de produtos lácteos, para desenvolver um novo conceito de leite e produtos lácteos dele derivados, naturalmente enriquecidos em $\text{agp}\Omega\text{-3}$. O projeto desenvolvido pretendeu responder à crise no setor leiteiro, criando um produto diferenciado e de valor acrescentado para a fileira, com fácil aceitação pelo consumidor e sociedade, pelos seus efeitos benéficos na saúde humana, saúde e bem-estar animal e ambiente.

De facto, é do conhecimento científico atual que a ingestão de $\text{agp}\Omega\text{-3}$, e em particular de EPA+DHA, é benéfica por exemplo para a prevenção da doença cardiovascular e desenvolvimento fetal e primeiros anos de vida (relatório conjunto FAO e OMS, 2010), sendo que a European Food Safety Authority (EFSA) recomenda a ingestão de 250 mg/dia de EPA+DHA para a população em geral. São também do conhecimento científico os benefícios da alimentação de vacas leiteiras com fontes de $\text{agp}\Omega\text{-3}$ sobre a fertilidade e a saúde e a redução da produção de metano ruminal e sua descarga atmosférica, este facto relevante devido à contribuição do metano atmosférico para o efeito de estufa.

Os objetivos do projeto eram e são ambiciosos e inovadores. Os resultados obtidos, em primeiro lugar, demonstraram que é possível produzir um suplemento alimentar rico em agp Ω -3 e também especificamente em EPA+DHA, que seja parcialmente protegido da biohidrogenação ruminal e tenha absorção intestinal (como é evidenciado pelos teores sanguíneos), ficando disponível para os tecidos edíveis. Estes suplementos não diminuíram a palatabilidade ao alimento final das vacas, tendo inclusive estimulado a ingestão, não afetando igualmente a produção de leite. Em segundo lugar, os resultados evidenciaram que a suplementação alimentar das vacas leiteiras em período crítico do pós-parto, teve um efeito benéfico na saúde geral e fertilidade, demonstrando os efeitos previstos na saúde e bem-estar animal. Em terceiro lugar, os resultados demonstraram a transferência dos agp Ω -3 e especificamente do EPA+DHA para a secreção mamária, onde alcançaram níveis lácteos triplos ou quádruplos das concentrações de vacas não suplementadas. Finalmente, o leite produzido, em regime industrial, não alterou as demais características e o produto lácteo produzido (manteiga) também apresentou um aumento significativo dos teores de agp Ω -3 e especificamente do EPA+DHA.

Como aspetos não conseguidos do projeto, destaca-se a impossibilidade de demonstrar os efeitos sobre as emissões de metano, por não ter sido considerado elegível para a iniciativa a aquisição do equipamento para a sua mensuração. Também um resultado não conseguido foi a obtenção de concentrações de agp Ω -3 e especificamente de EPA+DHA que permitam uma alegação legal de “alto teor em agp Ω -3 e/ou EPA+DHA”. De facto, de acordo com o Regulamento (CE) nº 1924/2006, aditado pelo Regulamento (UE) Nº 116/2010, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, uma alegação de que um alimento tem alto teor de agp Ω -3, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando o alimento contiver, pelo menos, 0,6 g de ácido alfa-linolénico por 100 g e por 100 kcal, ou pelo menos 80 mg de EPA+DHA por 100 g e por 100 kcal. Também de acordo com os mesmos regulamentos, uma alegação de que um alimento é uma fonte de agp Ω -3 só pode ser feita quando o produto contiver, pelo menos, 0,3 g de ácido alfa-linolénico por 100 g e por 100 kcal, ou pelo menos 40 mg de EPA+DHA por 100 g e por 100 kcal. Estes teores não foram atingidos no leite e na manteiga.

Em balanço final conclui-se que foi desenvolvida tecnologia de proteção ruminal para produção de suplementos alimentares enriquecidos em agp Ω -3 e EPA+DHA, que administrados a vacas leiteiras, são palatáveis e estimulam a ingestão, não prejudicam a produção leiteira e não afetam as características do leite, potenciam a saúde, fertilidade e bem-estar animal. O leite contém teores significativamente superiores de agp Ω -3 e EPA+DHA e isto reflete-se igualmente na manteiga dele derivada, o que potencialmente terá efeitos benéficos na saúde do consumidor.

Como perspetivas futuras, o consórcio continuará a desenvolver a tecnologia de produção de suplementos enriquecidos em agp Ω -3 e EPA+DHA por forma a otimizar a transferência para o leite de teores superiores daqueles compostos. A divulgação mais ampla destes resultados contribuirá para a formação, alicerçada cientificamente, da opinião pública e sociedade acerca da valorização dos laticínios e poderá reabilitar a imagem do leite aos olhos do consumidor e estimular o consumo de produtos lácteos. Ao nível da transformação, distribuição e comercialização, surge a janela de oportunidade de apresentar produtos inovadores, alicerçados no conceito da promoção da saúde humana, bem-estar animal, sustentabilidade ambiental e social, dirigido a uma população crescente de consumidores esclarecidos e exigentes.

Execução Financeira:

Designação das entidades	Investimento Elegível Aprovado (€) ⁽¹⁾	Investimento Elegível Realizado (€) ⁽²⁾	Taxa de Execução (%) ⁽³⁾
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA (Líder)	204.963,81€	204.963,81€	100,00
VIVALEITE - COOPERATIVA DE PRODUTORES DE LEITE, CRL (Parceiro)	27.590,00€	22950,86€.	83,19
EUROCEREAL-COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRO-PECUÁRIOS S.A. (Parceiro)	32.206,12€	21.222,83€	65,90
JERÓNIMO MARTINS - LACTICÍNIOS DE PORTUGAL, S.A. (Parceiro)	6.200,00€	0,00€	0,00
TOTAL	270.959,93€	249.137,50€	91,95

(1) Investimento total elegível aprovado para cada entidade que integra o grupo operacional

(2) Investimento elegível realizado

(3) Quociente entre o investimento elegível realizado e o investimento elegível aprovado

Desvios:

A Jerónimo Martins prescindiu do investimento elegível aprovado. A sua contribuição para o plano de ação do projeto foi de assessoria do processo tecnológico do leite produzido e de discussão de resultados e elaboração dos *outputs* do projeto. O plano de ação do projeto foi integralmente realizado.