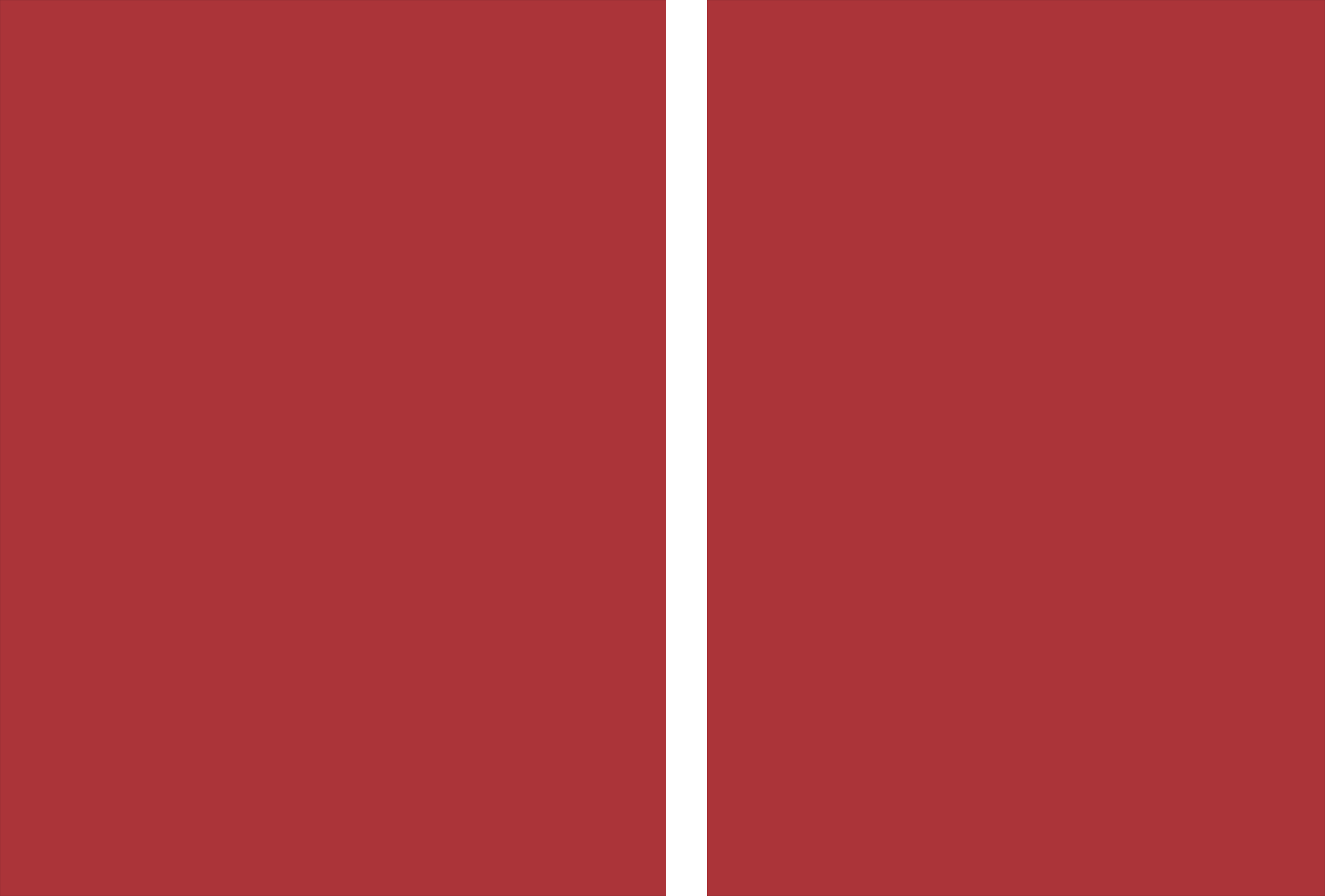
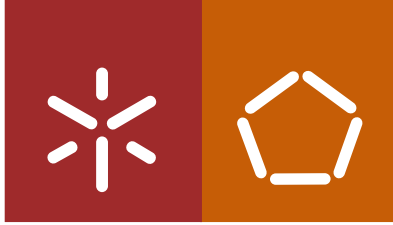


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cristóvão da Silva Rodrigues

Avaliação das condições geográficas, sociais e ambientais do concelho de Barcelos para a implementação de uma unidade centralizada de codigestão anaeróbia de resíduos e efluentes de bovinicultura leiteira





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cristóvão da Silva Rodrigues

Avaliação das condições geográficas, sociais e ambientais do concelho de Barcelos para a implementação de uma unidade centralizada de codigestão anaeróbia de resíduos e efluentes de bovinicultura leiteira

Tese de Doutoramento em Gestão e Tratamento de Resíduos

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Maria Madalena Santos Alves

da

Professora Doutora Maria Cândida Guerra Vilarinho

e do

Professor Doutor Joaquim Mamede Alonso

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais e restantes familiares próximos pela confiança e apoio que depositaram em mim nesta.

Em segundo lugar, quero agradecer à Professora Madalena Alves, à Professora Cândida Vilarinho e ao Professor Joaquim Alonso, os meus 3 meus orientadores de tese, pelo seu apoio incondicional que me deram em todo o meu trabalho.

Agradeço também a toda a equipa do CVR e LBA, em especial ao meu amigo João Oliveira pelo apoio prestado no meu trabalho e amizades que daí resultaram.

Quero também dar uma palavra de apreço e consideração pela ajuda técnica estatística à Professora Paula Ferreira e ao Professor Fernando Castro.

Agradeço também à Engenheira Margarida Furtado da Cooperativa Agrícola de Barcelos pelo seu apoio técnico prestado.

Finalmente, quero dedicar o meu doutoramento à memória da saudosa Dona Conceição Barros, minha professora de escola primária e amiga, a qual me administrou todas as bases escolares que me permitiram construir todo o meu longo percurso de vida de estudante até hoje, e que não chegou a ler este presente documento.

Cristóvão da Silva Rodrigues

Este doutoramento foi apoiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito do financiamento estratégico da unidade UID / BIO / 04469 e dos programas COMPETE 2020 (POCI-01-0145-FEDER-006684) e BioTecNorte (NORTE-01 -0145-FEDER-000004) financiados pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional no âmbito do Norte2020 - Programa Operacional Regional do Norte.



DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Avaliação das condições geográficas, sociais e ambientais do concelho de Barcelos para a implementação de uma unidade centralizada de codigestão anaeróbia de resíduos e efluentes de bovinicultura leiteira

RESUMO

O ensaio laboratorial decorreu em duas fases, à escala piloto, no qual se avaliou o desempenho da digestão anaeróbia dos efluentes de bovinicultura leiteira com adição de resíduos alimentares e óleo alimentar usado. Na primeira fase, a digestão anaeróbia dos efluentes da bovinicultura era mais rentável apenas na adição dos resíduos alimentares, pelo que a mistura adicional do óleo causou níveis de toxicidade orgânica, levando à morte dos microrganismos. Na segunda fase, fez-se a alimentação dos mesmos com igual mistura de resíduos, mas com adição de pulsos de ar para avaliar se a presença de oxigénio residual nos reatores influenciava ou não a degradação do óleo alimentar usado. Não houve diferenças significativas no desempenho dos 3 reatores.

Elaborou-se um estudo social visando os habitantes, os visitantes e os bovinicultores no concelho de Barcelos, para avaliar o seu ponto de vista em relação ao problema ambiental relacionado com os efluentes com origem nas explorações leiteiras. A poluição destes resíduos afeta negativamente a qualidade de vida dos habitantes e sobretudo os visitantes e empresários e trabalhadores ligados ao setor de turismo e restauração, mostrando maior sensibilidade ao problema. Os bovinicultores sentem dificuldades na ausência de apoios financeiros no tratamento dos seus efluentes, como também no armazenamento limitado dos mesmos nas fossas das explorações, assim como a nível de produção de maus cheiros e poluição dos solos. Foi também realizada uma análise multicritério em SIG indicando locais com condições adequadas para a localização de unidades de produção de biogás, considerando a distância mínima para as explorações leiteiras, rede elétrica e rede viária e maximizando a distância à malha urbana, bem como das linhas de água e da RAN e REN

Palavras-Chave: Anaeróbia, biogás, bovinicultura, digestão, efluentes

Evaluation of the geographical, social and environmental conditions of the municipality of Barcelos for the implementation of a centralized plant of anaerobic codigestion of wastes and effluents of dairy cattle

ABSTRACT

The laboratory test was carried out in two phases, at the pilot scale, in which the performance of the anaerobic digestion of effluents from dairy cattle with addition of food waste and used oil was evaluated. In the first phase, the anaerobic digestion of bovine effluents was more profitable only in the addition of food residues, so the additional mixture of the oil caused levels of organic toxicity, leading to the death of the microorganisms. In the second phase, they were fed with the same mixture of residues, but with the addition of pulses of air to evaluate if the presence of residual oxygen in the reactors influenced or not the degradation of the used alimentary oil. There were no significant differences in the performance of the 3 reactors.

A social study was carried out aiming at the inhabitants, visitors and cattle farmers in the municipality of Barcelos, to evaluate their point of view regarding the environmental problem related to effluents originating from dairy farms. The pollution of these wastes negatively affects the quality of life of the inhabitants and especially the visitors and businessmen and workers connected to the tourism and catering sector, showing a greater sensitivity to the problem. Farmers are experiencing difficulties in the absence of financial support in the treatment of their effluents, but also in the limited storage of them in the cesspools of farms, as well as in the production of bad smells and soil pollution.

A multicriteria GIS analysis was also performed, indicating locations with adequate conditions for the location of biogas production units, considering the minimum distance for dairy farms, electric grid and road network and maximizing the distance to the urban network, as well as the lines of water and RAN and REN areas

Keywords: anaerobic, , biogas, cattle, digestion, effluent

ÍNDICE

Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	v
Abstract	vi
Lista de Figuras	xii
Lista de tabelas	xvi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xx
1. Enquadramento	1
1.1 Necessidade de tratamento dos efluentes pecuários	1
1.2 Motivação	2
1.3 Estrutura da tese.....	2
2. Revisão bibliográfica	4
2.1 Conceito de digestão anaeróbia	4
2.2 Enquadramento histórico da digestão anaeróbia	5
2.3 Etapas da digestão anaeróbia.....	5
2.3.1 Hidrólise	6
2.3.2 Acidogénese	6
2.3.3 Acetogénese	7
2.3.4 Metanogénese.....	7
2.4 Fatores que afetam o processo da digestão anaeróbia	7
2.4.1 Temperatura	7
2.4.2 pH e ácidos gordos voláteis.....	8
2.4.3 Potencial de Oxidação-Redução.....	9
2.4.4 Tempo de retenção hidráulica	9
2.4.5 Inóculo.....	9
2.4.6 Substrato.....	10
2.5 Inibidores da digestão anaeróbia	11
2.5.1 Amoníaco	11
2.5.2 Ácidos gordos voláteis	12
2.5.3 Antibióticos	12
2.5.4 Metais pesados	12

2.5.5	Compostos de enxofre	13
2.6	Vantagens e desvantagens da digestão anaeróbia.....	13
2.7	Vantagens e limitações da utilização do material digerido	14
3.	O Conceito de biogás nos principais países europeus de produção pecuária	15
3.1	Introdução	15
3.2	Metodologia.....	16
3.3	Resultados.....	17
3.3.1	União europeia	17
3.3.2	Alemanha	18
3.3.3	Dinamarca	23
3.3.4	Holanda	27
3.3.5	Portugal	31
3.4	Conclusões.....	36
4.	Aplicação de um inquérito na população de Barcelos e visitantes acerca da problemática da gestão de efluentes agropecuários	37
4.1	Introdução	37
4.2	Metodologia.....	38
4.3	Descrição geral do questionário	39
4.3.1	Grupo 1.....	41
4.3.2	Grupo 2.....	43
4.3.3	Grupo 3.....	44
4.3.4	Grupo 4.....	46
4.3.5	Grupo 5.....	48
4.4	Resultados.....	49
4.4.1	Caracterização dos inquiridos envolvidos na amostra	49
4.4.2	Visão dos inquiridos sobre a atualidade do setor de bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	54
4.4.3	Nível de insatisfação dos inquiridos acerca da poluição dos efluentes de origem da bovinicultura leiteira, no meio ambiente, no concelho de Barcelos	56
4.4.4	Hábitos de consumo energético dos inquiridos.....	76
4.4.5	Hábitos de cultivo e fertilização/correção do solo	82

4.5	Conclusões.....	84
5.	Análise aos questionários realizados junto das explorações leiteiras no concelho de Barcelos.....	86
5.1	Introdução.....	86
5.2	Metodologia.....	87
5.2.1	O software <i>Nvivo</i>	87
5.2.2	Descrição do questionário	87
5.3	Resultados.....	89
5.3.1	Grupo 1 – Visão do setor da bovinicultura	89
5.3.2	Grupo 2 – Produções e consumos nas explorações.....	90
5.3.3	Grupo 3 – Impacto social	92
5.3.4	Grupo 4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre a tecnologia de valorização de efluentes por digestão anaeróbia	94
5.3.5	Grupo 5 – Financiamento do projeto da CPB	95
5.4	Conclusões.....	97
6.	Ensaio laboratorial	98
6.1	Introdução.....	98
6.1.1	Produção de efluentes na bovinicultura em Barcelos.....	98
6.1.2	Valorização de óleos alimentares usados	98
6.1.3	Valorização de resíduos orgânicos alimentares	99
6.1.4	Objetivos do ensaio	99
6.2	Metodologia.....	100
6.2.1	Caracterização dos digestores anaeróbios	100
6.2.2	Contadores de biogás	102
6.2.3	Caracterização do inóculo	102
6.2.4	Caracterização dos substratos.....	103
6.2.5	Delineamento experimental da 1ª fase	105
6.2.6	Análises de rotina	106
6.3	Resultados da 1ª fase	108
6.3.1	Percentagem de metano.....	109

6.3.2	Volume de metano produzido	110
6.3.3	pH.....	111
6.3.4	Sólidos totais e sólidos voláteis do digerido	112
6.3.5	Rendimento da remoção dos sólidos voláteis	112
6.3.6	Ácidos gordos voláteis	113
6.3.7	Fenómenos de inibição de digestão anaeróbia detetados	114
6.4	Delineamento experimental da 2ª fase.....	114
6.4.1	Condições de arranque e alimentação diária dos reatores.....	114
6.4.2	Alimentação dos reatores	115
6.4.3	Aplicação de pulsos de ar atmosférico	116
6.4.4	Análises de rotina	116
6.5	Resultados da 2ª fase	117
6.5.1	Percentagem de metano.....	117
6.5.2	Volume de metano produzido	117
6.5.3	pH.....	118
6.5.4	Potencial de oxidação redução	119
6.5.5	Sólidos totais e voláteis	120
6.5.6	Rendimento de remoção de sólidos voláteis	121
6.5.7	Ácidos gordos voláteis	121
6.6	Conclusões.....	122
7.	Análise espacial multicritério SIG para a definição do potencial da localização de uma unidade de tratamento e valorização de efluentes de vacarias no concelho de Barcelos.....	123
7.1	Introdução	123
7.2	Metodologia.....	124
7.3	Resultados.....	126
7.4	Conclusões.....	129
8.	Conclusões	130
9.	Considerações finais e sugestões de futuros trabalhos	130
10.	Bibliografia.....	132
11.	Anexos.....	142
11.1	Caracterizações geográficas, políticas, climáticas e demográficas da Alemanha, Dinamarca, Holanda e Portugal.....	142

11.2	Legislação sobre a valorização e tratamento dos resíduos e efluentes orgânicos por digestão anaeróbia aplicada em Portugal.....	143
11.3	Inquérito à população do concelho de Barcelos, referente à relação da gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira com o ambiente.	144
11.4	Análises Tukey	147
11.5	Questões da entrevista realizada nas explorações de bovinos de leite em Barcelos.	153
11.6	Entrevista Nº1 – Sociedade agropecuária Quinta do Sobreiro Lda – Freguesia de Manhente	154
11.7	Entrevista Nº3 - Joaquim Marques Campinho – Freguesia de Chorente	157
11.8	Entrevista Nº4 - Amaro Martins Torre da Silva – Macieira de Rates	160
11.9	Entrevista Nº5 – Sociedade agropecuária Miranda & Martins Lda – Freguesia de Courel	163
11.10	Entrevista Nº6 - António Jorge Rebelo Miranda – Freguesia de Cossourado	166
11.11	Calendarização da aplicação dos substratos na alimentação dos reatores	169

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Esquematização da valorização dos resíduos orgânicos por digestão anaeróbia (Adaptado de: Martel & Demeules, 2013).....	4
Figura 2.2 – Esquematização das etapas da digestão anaeróbia (Fonte: Bernet, 2015).....	6
Figura 3.1 – Fatores aos quais depende a sustentabilidade do conceito do biogás	15
Figura 3.2 – Nº de instalações de biogás nos países europeus no ano 2015. Adaptado de EBA (2015)	17
Figura 3.3 – Produção total de energia elétrica a partir do biogás nos principais países europeus no ano 2015. Adaptado de EBA (2015)	18
Figura 3.4 – Distribuição da produção de energia elétrica na Alemanha por fontes entre 2005 e 2012, na Alemanha.....	20
Figura 3.5 – Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) na Alemanha, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010. Adaptado de http://world-statistics.org/index.php#indicators e http://www.fao.org/faostat/en/#data	22
Figura 3.6 – Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 na Alemanha Adaptado de http://www.fao.org/faostat/en/#data e https://www.cia.gov/index.html	23
Figura 3.7 - Distribuição da produção de energia elétrica por fontes entre 2005 e 2012, na Dinamarca	24
Figura 3.8 - Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) na Dinamarca, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010 (Adaptado de http://world-statistics.org/index.php#indicators e http://www.fao.org/faostat/en/#data)	26
Figura 3.9 - Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 na Dinamarca (Adaptado de http://www.fao.org/faostat/en/#data e https://www.cia.gov/index.html).....	27
Figura 4.1 – Enquadramento da temática do “tratamento de efluentes pecuarios por digestão anaerobia”, segundo as suas componentes ambiental, social e económica.....	37
Figura 4.2 – Caracterização dos diferentes grupos de questões do inquérito estatístico e a sua respetiva justificação	39
Figura 4.3 – Percentagem de inquiridos da amostra, de acordo com o seu género.....	49
Figura 4.4 - Distribuição dos inquiridos da amostra, por respetivo escalão etário	50

Figura 4.5 - Caracterização da situação de residência dos inquiridos perante o concelho de Barcelos.....	50
Figura 4.6 - Localização da residência dos inquiridos de acordo com as margens do Rio Cávado	51
Figura 4.7 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com o tempo já vivido no concelho de Barcelos.....	51
Figura 4.8 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com a sua respetiva situação profissional.....	52
Figura 4.9 - Distribuição dos inquiridos residentes permanentes da amostra de acordo com a sua situação profissional.....	52
Figura 4.10 - Distribuição dos inquiridos residentes permanentes com emprego no concelho de Barcelos, de acordo com o seu ramo profissional	53
Figura 4.11 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com os seus respetivos níveis de habilitações literárias	53
Figura 4.12 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com a sua ligação ao setor da bovinicultura leiteira em Barcelos.....	54
Figura 4.13 - Opinião dos inquiridos da amostra acerca da intensidade do setor leiteiro a nível global no concelho de Barcelos.....	54
Figura 4.14 - Opinião dos inquiridos acerca da importância do setor de bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos.....	55
Figura 4.15 - Opinião dos inquiridos sobre a quantidade das áreas agrícolas para a prática de bovinicultura leiteira e produção de forragens no concelho de Barcelos.....	55
Figura 4.16 – Opinião dos inquiridos sobre a qualidade das áreas agrícolas para a prática de bovinicultura leiteira e produção de forragens no concelho de Barcelos.....	56
Figura 4.17 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a tipologia da sua habitação	77
Figura 4.18 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o nº de membros que compoem o seu agregado familiar	77
Figura 4.19 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu valor gasto mensalmente em energia elétrica	78
Figura 4.20 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu valor gasto mensalmente em gás doméstico	78
Figura 4.21 – Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências de fontes de energia para cozinhar.....	79

Figura 4.22 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências de fontes de energia para climatização do lar e aquecimento de águas canalizadas	80
Figura 4.23 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a sua frequência na utilização de transportes públicos	80
Figura 4.24 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a distancia média percorrida por viagem em transportes publicos.....	81
Figura 4.25 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as fontes de energia usadas no seu transporte do dia a dia.....	81
Figura 4.26 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as fontes de energia utilizadas no seu emprego ou escola	82
Figura 4.27 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu estatuto de cultivador ou não- cultivador.....	82
Figura 4.28 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com os seus tipos de cultivo	83
Figura 4.29 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a sua área total de cultivo	83
Figura 4.30 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências pelo tipo de fertilização das culturas	84
Figura 6.1 – Reatores em pleno funcionamento, utilizados neste ensaio.....	100
Figura 6.2 – Esquema do funcionamento dos reatores usados nas duas fases deste ensaio...	101
Figura 6.3 – Aspetto visual do óleo alimentar usado, aplicado nas misturas de alimentação diária dos 3 reatores ao longo de ambas as fases do ensaio	104
Figura 6.4 - Percentagem de metano atingida para cada um dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio,	110
Figura 6.5 - Metano produzido diariamente pelos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio (ml/d/g SV), em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).....	110
Figura 6.6 - pH medido diariamente dos reatores R1, R2 e R3 ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113). 111	
Figura 6.7 - Sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) dos digeridos dos reatores 1 (a), 2 (b) e 3 (c) ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).....	112

Figura 6.8 – Rendimento da degradação de sólidos voláteis dos reatores R1, R2 e R3, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).	113
Figura 6.9 - Concentração de ácidos gordos voláteis obtidas dos reatores, em mg CQO/l ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).	114
Figura 6.10 - Percentagem de metano dos reatores 1, 2 e 3 medido ao longo da 2ª fase do ensaio	117
Figura 6.11 - Metano produzido diariamente pelos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio (ml/d/g SV).	118
Figura 6.12 - pH medido diariamente dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio	119
Figura 6.13 - Potencial redox medido diariamente dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio (mV)	120
Figura 6.14 - Sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) dos reatores 1 (a), 2 (b) e 3 (c) ao longo da 2ª fase do ensaio	120
Figura 6.15 – Rendimento de remoção de sólidos voláteis dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio	121
Figura 6.16 - Concentração de ácidos gordos voláteis obtidas dos reatores em mg CQO/l ao longo da 1ª fase do ensaio	122
Figura 7.1 - Mapas de análise multicritério ambiental, social e económica e resultado final da localização das áreas mais propícias à construção de unidade de biogás de acordo com a localização e dimensão das explorações leiteiras e rede viária e elétrica.	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Enzimas e respetivos substratos e produtos resultantes durante a fase da hidrólise Fonte: Adekunle & Okolie (2015)	6
Tabela 2.2 – Gama de temperaturas a que ocorre o processo de digestão anaeróbia, de acordo com vários autores.....	8
Tabela 2.3 – Potencial de produção de metano por tipo de substrato na digestão anaeróbia. Fonte: Schnurer & Jarvis, 2010.....	11
Tabela 3.1 – N° de instalações de biogás e respetivas produções de energia, por tipo de instalações, na Alemanha para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosge et al. (2013), Drosge et al. (2014), Drosge et al. (2015) e Drosge et al. (2016).....	21
Tabela 3.2 – Tipos de energias produzidas a partir do biogás na Alemanha, para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosge et al. (2013), Drosge et al. (2014), Drosge et al. (2015) e Drosge et al. (2016).....	21
Tabela 3.3 – Tarifas aplicadas sobre a venda de energia elétrica a partir dos diferentes resíduos e efluentes, na Alemanha. Fonte: Sternkopf (2017).....	22
Tabela 4.1 - Descrição das componentes do inquérito aplicados neste estudo no concelho de Barcelos	38
Tabela 4.2 – Caracterização das questões do grupo 3.....	44
Tabela 4.3 – Esquematização das pontuações da questão global 3.1.....	44
Tabela 4.4 - Esquematização das pontuações das questões específicas 3.2., 3.3., 3.4, 3.5 e 3.6	45
Tabela 4.5 – Resultado global das médias das pontuações das questões do grupo 3.....	56
Tabela 4.6 – Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Género”	57
Tabela 4.7 – Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Género” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância	57
Tabela 4.8 – Análise por tabela dinâmica Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Género” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	58
Tabela 4.9 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Escala etária”	58

Tabela 4.10 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Escala etário” em que df =graus de liberdade, Z = desvio médio e Sig= Probabilidade de significância	59
Tabela 4.11 - Análise por tabela dinâmica Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Escala etário” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	60
Tabela 4.12 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Situação de residência”	60
Tabela 4.13 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Situação de residência” em que df =graus de liberdade, Z = desvio médio e Sig= Probabilidade de significância.....	61
Tabela 4.14 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Situação de residência” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3.	62
Tabela 4.15 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Margem do rio da morada dos residentes”	63
Tabela 4.16 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Margem do rio da morada dos residentes” em que df =graus de liberdade, Z = desvio médio e Sig= Probabilidade de significância	63
Tabela 4.17 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Margem do rio da morada dos residentes” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	64
Tabela 4.18 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Tempo já residido no concelho de Barcelos”	65
Tabela 4.19 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Tempo já residido no concelho de Barcelos” em que df =graus de liberdade, Z = desvio médio e Sig= Probabilidade de significância	65
Tabela 4.20 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Tempo já residido em Barcelos” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	66
Tabela 4.21 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Situação profissional”	67
Tabela 4.22 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Situação profissional” em que df =graus de liberdade, Z = desvio médio e Sig= Probabilidade de significância.....	67

Tabela 4.23 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Situação profissional” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3 ...	68
Tabela 4.24 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Ramo profissional”	69
Tabela 4.25 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Ramo profissional” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância.....	69
Tabela 4.26 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Ramo profissional” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	71
Tabela 4.27 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Nível de escolaridade”	72
Tabela 4.28 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Nível de escolaridade” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância.....	72
Tabela 4.29 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Nível de escolaridade” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3..	74
Tabela 4.30 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos”	74
Tabela 4.31 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância	75
Tabela 4.32 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3	76
Tabela 4.33 – Quadro síntese dos diagnósticos da relação entre o nível de insatisfação dos inquiridos e cada um dos fatores	76
Tabela 5.1 – Caracterização da entrevista de acordo com os grupos de perguntas, descrição e objetivos.	88
Tabela 5.2 – Caracterização das 5 explorações que responderam às entrevistas	89
Tabela 5.3 – Perceção dos bovinicultores acerca da evolução do setor leiteiro na última década em Barcelos	89
Tabela 5.4 – Produção diária de chorume, volume da fossa de armazenamento e periodicidade de despejo da fossa em cada uma das 5 explorações de leite.....	91

Tabela 5.5 – Destino dado ao efluente, produção de outros resíduos e utilização de outros fertilizantes e corretivos em cada uma das 5 explorações.....	91
Tabela 5.6 – Tipos de climatização das explorações	92
Tabela 5.7 – Condicionantes sentidas nas explorações de bovinos de leite acerca da gestão dos respetivos efluentes	92
Tabela 5.8 – Manifestações sociais nas explorações acerca da poluição ambiental e maus cheiros derivados do manuseamento dos efluentes.....	93
Tabela 5.9 – Níveis de concordância dos bovinicultores acerca do relatório ambiental do PDM de Barcelos 2015	93
Tabela 5.10 – Avaliação dos conhecimentos dos bovinicultores acerca do conceito do biogás	94
Tabela 5.11 – Condicionantes dos bovinicultores na aceitação da contribuição financeira de uma instalação centralizada de tratamento e valorização de efluentes pecuários.	96
Tabela 5.12 – Mais-valias da valorização dos efluentes, mencionadas pelos bovinicultores..	96
Tabela 5.13 – Tipos de energias produzidas a partir da valorização do biogás, sugeridas pelos bovinicultores.....	96
Tabela 7.1 – Lista de critérios ambientais, sociais e económicos seleccionados e respetivas referências bibliográficas e pesos na análise hierárquica ponderada (AHP)	126

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AGV – Ácidos Gordos Voláteis

CN – Cabeças Normais

C/N – Razão carbono/azoto

CPB – Central de Produção de Biogás

CQO – Carência Química de Oxigénio

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

FAO – Food and Agriculture Organization

F.L.C.V.L – Fração Líquida de Chorume de Vacarias Leiteiras

OAU – Óleo Alimentar Usado

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

POR – Potencial de Oxidação-Redução

RRSV – Rendimento de Remoção de Sólidos

ST – Sólidos Totais

SV – Sólidos voláteis

TRH – Tempo de Retenção Hidráulica

1. ENQUADRAMENTO

1.1 Necessidade de tratamento dos efluentes pecuários

Até meados do século XVIII, antes da revolução industrial, o processo produtivo era realizado em pequena escala, em que tudo era produzido de forma artesanal implicando um grande recurso de mão-de-obra e respetivos elevados custos, embora com baixa produção de resíduos envolvidos. Contudo, na segunda metade do século XVIII, com a revolução industrial, todo o processo produtivo passou a ser de grande escala, com recurso a máquinas, aumentando a produção com redução significativa dos custos de mão-de-obra e maximizando os lucros.

Com o aumento de produção em escala, a modernização industrial incrementou significativamente o nível de produção de resíduos, pondo em causa a sustentabilidade do meio ambiente e a saúde e qualidade de vida das populações (Al-Zuahiri *et al.*, 2015).

O sector agropecuário corresponde a uma das maiores potências da economia Portuguesa, sendo em muitas regiões o principal sector de atividade. De acordo com o recenseamento agrícola realizado em 2009, o setor agropecuário ocupava 51 % do território nacional. Esta ocupação abrange maioritariamente áreas rurais que nos últimos anos têm sido alvo de um intenso despovoamento. No mesmo sentido, o setor agropecuário possui um contributo fulcral, proporcionando uma maior fixação por parte da população ativa onde este se insere, conduzindo a uma diminuição da taxa de despovoamento (ENEAPAI, 2007).

A nível mundial, a exploração pecuária é uma das atividades económicas que mais tem contribuído para a degradação do meio ambiente e alterações climáticas. De acordo com a FAO (2006), a produção de gado representava então 70% das explorações agrícolas a nível mundial e 30% da ocupação da superfície terrestre. Segundo a mesma fonte, desta atividade resultavam 37% de emissões de metano, 65% de emissões de óxido nitroso, 64% de emissões de amónia responsável pelas chuvas ácidas, e 18% de emissões de dióxido de carbono. Paralelamente, a exploração pecuária é responsável pelo consumo de 8% de água a nível mundial.

A partir de 2005, o protocolo de Quioto permitiu o estabelecimento de metas de emissões gasosas poluentes em todo o mundo. Para esse efeito, houve a necessidade em apostar em tecnologias cada vez menos poluentes, como também investir na área das energias renováveis de modo a reduzir as emissões de carbono, azoto e enxofre na atmosfera.

Surge no entanto a problemática da gestão de resíduos e efluentes, resultantes da atividade pecuária, sendo que se os quais não forem tratados ou valorizados são considerados uma fonte de poluição do meio ambiente. Manyi-Loh *et al.* (2013) afirmaram que no trato intestinal dos animais existem microrganismos patogénicos do género salmonella, Escherichia coli, Cyptosporidium e Giardia, que quando presentes nos efluentes pecuários incorporados nos solos sem o devido tratamento, causam a sua poluição. Surge assim a necessidade de encontrar soluções eficientes do ponto de vista técnico, económico e ambiental, capazes de descontaminar os efluentes pecuários de forma a reduzir o impacto negativo no meio ambiente.

1.2 Motivação

A realização deste trabalho foi motivada pela dedicação do autor em participar e contribuir de alguma forma na resolução de problemas de carácter ambiental. Além disso, o autor tem fortes afinidades com o concelho de Barcelos. Dado ao conhecimento por parte do autor acerca da poluição ambiental causada pela gestão dos efluentes pecuários no concelho de Barcelos e numa tentativa de preservar a economia, a fixação, dinâmica e bem-estar da população e o carácter da paisagem, tornou-se oportuno realizar este estudo de modo a criar condições adequadas de tratamento e valorização dos efluentes pecuários. Deste modo, reduzia-se significativamente o nível de poluição ambiental verificado neste concelho, garantindo a qualidade da fauna, flora e água, sendo essenciais para a qualidade de vida da população.

1.3 Estrutura da tese

Este documento está dividido em 6 capítulos.

No capítulo 2 consta uma revisão bibliográfica acerca do conceito de digestão anaeróbia, da sua evolução histórica, bem como a descrição das fases que compõem a digestão anaeróbia. Abordam-se ainda os fatores essenciais que influenciam o referido processo e também as suas vantagens e desvantagens.

O capítulo 3 é constituído por uma abordagem da situação do conceito do biogás em Portugal, face à situação verificada nos principais países europeus com forte desenvolvimento no setor agropecuário, nomeadamente, na Dinamarca, na Holanda e Alemanha. No mesmo capítulo é feita uma abordagem aos setores da energia e agropecuária assim como uma abordagem às emissões de metano totais e agrícolas e ainda identificação das principais limitações do biogás nesses países.

No capítulo 4, fez-se uma aplicação de um questionário de inquérito a 600 pessoas, quer habitantes, quer visitantes do concelho de Barcelos para avaliar o ponto de vista das pessoas a nível do setor agropecuário neste concelho, assim como avaliar o seu grau de insatisfação perante a poluição ambiental causada pela gestão dos efluentes provenientes das explorações leiteiras. No mesmo capítulo fez-se uma avaliação do consumo energético dos moradores no seu lar, no seu transporte do dia-a-dia e no seu local de emprego e ainda uma avaliação das suas práticas agrícolas.

O capítulo 5 é constituído por uma análise qualitativa de uma entrevista realizada a 6 explorações-tipo de bovinicultura leiteira de Barcelos. Com a referida entrevista, pretende-se avaliar a situação atual do setor do leite neste concelho e identificar quais as limitações sentidas pelas explorações na gestão dos seus efluentes.

No capítulo 6 está representado um estudo, realizado à escala laboratorial, de codigestão anaeróbia de efluentes de bovinicultura leiteira com resíduos orgânicos alimentares e óleo alimentar usado. Este estudo é composto por duas fases distintas. A primeira fase consiste em avaliar a produção de biogás a partir codigestão de diferentes proporções de efluentes, resíduos orgânicos alimentares e óleo. Na segunda fase, a partir da mesma proporção destes resíduos acima descritos, pretende-se avaliar a performance da digestão anaeróbia por influência da aplicação periódica de diferentes volumes de ar atmosférico, quer a nível na produção de biogás quer na degradação de gorduras.

O capítulo 7 é composto por uma análise multicritério em sistemas de informação geográfica, com o objetivo de avaliar quais as áreas com maior potencial para a construção de unidades centralizadas de tratamento e valorização de efluentes de bovinicultura por digestão anaeróbia. Esta análise foi realizada a partir de critérios ambientais, económico e sociais selecionados a partir de estudos realizados na especialidade constantes na presente literatura.

Em suma, com este trabalho pretende-se avaliar as condições geográficas, técnicas e sociais do concelho de Barcelos no sentido de implementar uma rede de unidades centralizadas de tratamento e valorização de efluentes pecuários, de modo a reduzir o seu nível de poluição ambiental.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito de digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia é um processo biológico que consiste na degradação da matéria orgânica por algumas espécies de microrganismos na ausência de oxigênio, dando origem a uma mistura de gases, habitualmente conhecida por biogás, constituída essencialmente por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (Vasco-Correa *et al.*, 2018) e ainda vestígios de sulfureto de hidrogénio (H_2S), hidrogénio (H_2), amónia (NH_3), oxigénio (O_2) e monóxido de carbono (CO) (Khan *et al.*, 2017).

O biogás resultante da digestão anaeróbia pode ser aproveitado para produção combinada de calor e eletricidade ou para produção apenas de calor em caldeiras. Em alternativa, o biogás pode ser purificado, removendo os compostos de enxofre e o dióxido de carbono, sendo depois apto a ser incorporado nas redes de gás natural (NREL, 2013). O digerido pode ser usado como fertilizante orgânico, apto a incorporar no solo, com redução de odores e microrganismos patogénicos (Taleghani & Kia, 2005; Ma *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2017) (ver Figura 2.1).

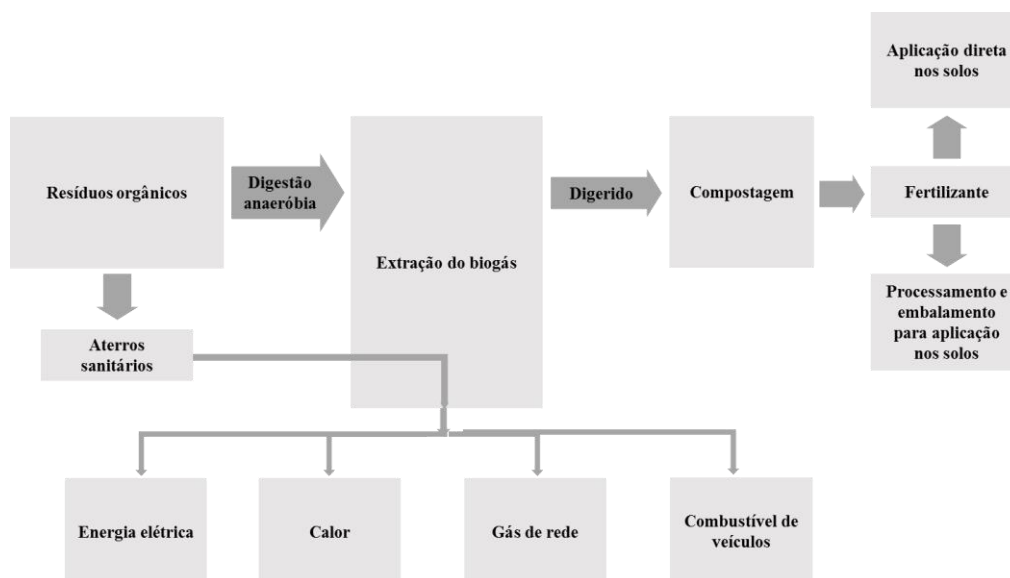


Figura 2.1 – Esquematização da valorização dos resíduos orgânicos por digestão anaeróbia (Adaptado de: Martel & Demeules, 2013)

2.2 Enquadramento histórico da digestão anaeróbia

Os primeiros registos da história da digestão anaeróbia remontam ao século X a.C. na Síria, para fins de aquecimento de águas dos banhos (Béline *et al.*, 2013). Mais tarde, no século XVIII, mais concretamente em 1776, Alessandro Volta, um cientista físico italiano descobriu que a partir da degradação de lamas orgânicas presentes nos pântanos, formavam-se gases não identificados. (Sorathia *et al.*, 2012). Entre 1804 e 1810, Dalton, Henry e Davy descobriram a composição química do metano resultante da decomposição de animais (Béline *et al.*, 2013). No século 19 na China e Índia, as populações rurais construía pequenos poços nos quais acumulavam os seus resíduos agrícolas, aproveitando a energia resultante para efeitos de iluminação das habitações assim como para cozinhar os seus alimentos. No mesmo século em França, mais concretamente a partir de 1860, deu-se o início das construções de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), nas quais os efluentes eram tratados por via da digestão anaeróbia. No entanto só na segunda metade do século 20, nomeadamente na década de 70, com as crises energéticas e a degradação do meio ambiente devido à acumulação de resíduos, os principais países europeus industriais desenvolveram a digestão anaeróbia em larga escala. Dessa forma foi possível reduzir a carga orgânica dos solos e reduzir a dependência energética em algumas zonas geográficas. No mesmo sentido, existem estudos que apontam uma previsão de duplicação da valorização de resíduos e efluentes por biogás nos próximos anos variando de 14,5 GW em 2012 a 29,5 GW em 2022 (Maroneze *et al.*, 2014; Karaszová *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2017).

2.3 Etapas da digestão anaeróbia

Desde a degradação da matéria orgânica até à formação do metano e do dióxido de carbono, a digestão anaeróbia é um processo biológico microbiano que ocorre numa sequência de 4 etapas distintas, nomeadamente hidrólise, acidogénese, acetogénese e metanogénese, sendo que cada uma destas etapas é realizada por um grupo específico de bactérias arqueobactérias. A Figura 2.2 mostra cada uma das 4 etapas sequenciais, as quais serão descritas a seguir.

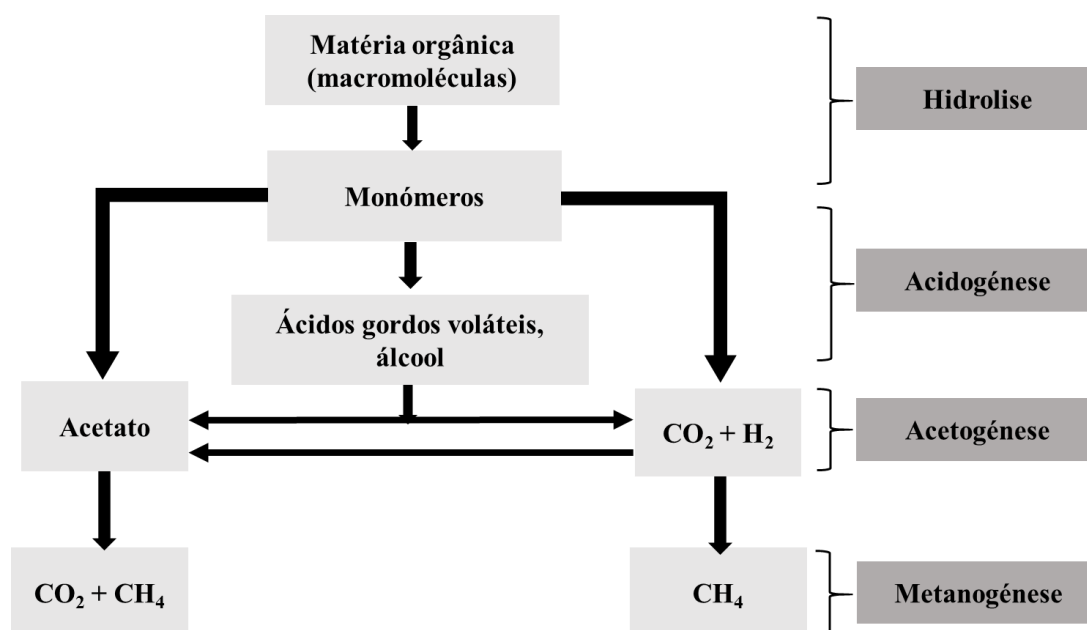


Figura 2.2 – Esquematisação das etapas da digestão anaeróbia (Fonte: Bernet, 2015)

2.3.1 Hidrólise

A hidrólise é a primeira etapa da digestão anaeróbia, na qual as bactérias hidrolíticas libertam enzimas capazes de degradarem as moléculas mais complexas da matéria orgânica em moléculas mais simples (ver Tabela 2.1). No entanto a hidrólise é limitada no caso de a matéria orgânica conter lenhina e celulose (Ge *et al.*, 2016)

Tabela 2.1 – Enzimas e respetivos substratos e produtos resultantes durante a fase da hidrólise Fonte: Adekunle & Okolie (2015)

Enzimas	Substratos	Produtos resultantes
Proteinase	Proteínas	Aminoácidos
Celulase	Celulose	Glucose
Hemicelulase	Hemiceluloses	Açúcares
Amilase	Amido	Glucose
Lipase	Gorduras	Ácidos gordos e glicerol
Peptinase	Peptídeos	Açúcares

As proteínas, os lípidos e os polissacarídeos são convertidos em aminoácidos, ácidos gordos voláteis e monossacarídeos, respetivamente, de forma a serem absorvidas pelas células bacterianas da etapa seguinte.

2.3.2 Acidogénese

Nesta etapa, os produtos resultantes da hidrólise são transformados pelas arqueobactérias acidogénicas em ácidos gordos voláteis, álcoois, dióxido de carbono e iões H^+ aumentando a acidez do meio. No entanto, o crescimento das arqueobactérias acidogénicas é 30 a 40 vezes

mais rápido que as arqueobactérias metanogénicas, o que por vezes, em caso de excesso de carga orgânica no reator, resulta na acumulação de ácidos gordos voláteis e um aumento da concentração de iões H^+ . Como consequência ocorre a descida do pH, situação não tolerável posteriormente para o metabolismo das arqueobactérias metanogénicas, inibindo todo o processo (Li *et al.*, 2011).

2.3.3 Acetogénese

Os álcoois e os ácidos gordos voláteis provenientes da acidogénese são convertidos em acetato, hidrogénio gasoso e dióxido de carbono através das arqueobactérias acetogénicas. No entanto, durante a formação do acetato forma-se igualmente uma elevada concentração de iões de hidrogénio que vai baixar o valor de pH para valores ácidos. (Chenicharo, 2007).

2.3.4 Metanogénese

Na metanogénese, o acetato proveniente da acetogénese assim como o dióxido de carbono e os iões H^+ provenientes da acidogénese, são combinados entre si e consumidos pelas arqueobactérias metanogénicas na obtenção do metano (Okonkwo *et al.*, 2013). Existem dois tipos de arqueobactérias metanogénicas, dependendo do tipo de substrato utilizado: arqueobactérias metanogénicas acetoclásticas - que sintetizam o metano a partir do consumo de acetato e arqueobactérias metanogénicas hidrogenotróficas, que produzem metano a partir do dióxido de carbono e hidrogénio.

Cerca de 60 a 70% do metano produzido no processo da digestão anaeróbia é sintetizado pela via acetoclástica (Oles *et al.*, 1997, Derbal, 2010)

2.4 Fatores que afetam o processo da digestão anaeróbia

2.4.1 Temperatura

A temperatura é um dos parâmetros que mais diretamente influencia o processo de digestão anaeróbia, quer pela atividade microbiana, quer pela duração e estabilidade do processo em si. Este parâmetro é um fator chave no processo de digestão anaeróbia, pois tem um impacto sobre a atividade microbiana, como também sobre a termodinâmica. De fato, com o aumento da temperatura, o crescimento microbiano aumenta juntamente com a atividade enzimática. O

processo de digestão anaeróbia pode ocorrer a temperaturas psicrofílas, mesófilas ou termófilas (ver Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Gama de temperaturas a que ocorre o processo de digestão anaeróbia, de acordo com vários autores

Temperaturas	Saleh & Mahmood (2004)	Seadi <i>et al.</i> (2008)	El-mashad <i>et al.</i> (2004) Zhang <i>et al.</i> (2014)
Psicrofílas	<20°C	<20°C	10 – 30°C
Mesófilas	25 – 42°C	30 – 42°C	30 – 40°C
Termófilas	>42°C	43 – 55°C	50 – 60°C

A temperatura pode influenciar outros parâmetros, tais como o tempo de retenção hidráulica (TRH) e o consumo de energia. Quanto mais elevada for a temperatura, menor é o TRH (porque o crescimento microbiano é maior) e maior é o consumo energético.

Segundo alguns autores (Zupan & Grilc 2012; Zhang *et al.* 2014), a digestão anaeróbia a temperaturas termófilas tem várias vantagens face à digestão anaeróbia a gamas de temperaturas inferiores. Entre essas vantagens destacam-se a eliminação de microrganismos patogénicos presentes na matéria orgânica e um rendimento do processo significativamente mais elevado.

2.4.2 pH e ácidos gordos voláteis

O hidrogénio na forma iónica (H^+) é um produto intermediário proveniente da formação de ácidos gordos voláteis no processo de digestão anaeróbia. A sua concentração vai definir a acidez ou alcalinidade do meio, consoante a sua concentração for elevada ou baixa (Seadi *et al.*, 2008). Na maior parte das reações em que é produzido, o hidrogénio iónico deve ter uma concentração relativamente baixa para que o processo ocorra, dado a que o metabolismo das arqueobactérias metanogénicas, responsáveis pela transformação de acetato e hidrogénio em metano, apenas ocorre em meio neutro. A produção de AGV durante a acidogénese produz iões de hidrogénio e diminui o pH, mas a reação entre o dióxido de carbono com os iões hidróxido forma iões bicarbonato, com tendência a repor o valor de pH para valores próximos do neutro, e o processo é, assim, autorregulado (Ward *et al.*, 2008). Além disso, as arqueobactérias metanogénicas ao consumirem hidrogénio iónico também contribuem para a estabilidade do processo e são absolutamente necessários para assegurar a viabilidade termodinâmica das reações. Com efeito, quando a taxa de produção de ácidos gordos voláteis e hidrogénio iónico excede a taxa de formação de metano, cria-se um desequilíbrio no processo que resulta numa

diminuição do pH que por sua vez inibe a atividade metanogénica e conduz a uma diminuição da produção de biogás (Gerardi, 2003).

2.4.3 Potencial de Oxidação-Redução

O potencial de oxidação-redução (POR) de um substrato pode ser definido, de um modo geral, pela facilidade com a qual o substrato ganha ou perde eletrões. Quanto mais oxidado está um meio, mais positivo será o seu potencial elétrico.

O POR é um parâmetro ambiental importante que influencia significativamente os sistemas de digestão anaeróbia (Saratale *et al.*, 2018). As arqueobactérias metanogénicas, sendo mais exigentes em condições de anaerobiose, são mais sensíveis a qualquer alteração do valor do POR do que outros microrganismos presentes no processo da digestão.

2.4.4 Tempo de retenção hidráulica

O tempo de retenção hidráulica (TRH) é o tempo médio que uma determinada quantidade de meio orgânico permanece no interior de um reator em condições fixas de temperatura e atmosfera (Abdelgadir *et al.*, 2014). Este parâmetro é medido com a seguinte expressão:

$$TRH = VR/Q$$

Em que:

- TRH= Tempo de Retenção Hidráulica (d)
- VR = Volume útil do digestor (m³)
- Q= Volume de mistura de alimentação por unidade de tempo (m³/d)

O TRH afeta diretamente a produção horária de biogás no reator. Quanto menor for o valor definido para o TRH, maior é a produção de biogás por unidade de tempo, sendo que esta produção vai baixando à medida que se aumenta o TRH.

O TRH é definido consoante o tipo de resíduo a tratar com presença de determinados tipos de bactérias e os seus respetivos ciclos de vida. Também as condições de temperatura são fatores a considerar na definição do TRH, uma vez que vão influenciar a atividade dos diferentes microrganismos.

2.4.5 Inóculo

O inóculo, constituído pelos microrganismos que realizam o processo biológico, normalmente na presença de água, nutrientes e capacidade tampão, é um elemento importante para se

produzir um biogás, quer em quantidade quer em qualidade, nomeadamente a nível de teor de metano contido no biogás resultante (Shah *et al.*, 2014)

Quanto à origem, o inóculo pode ter proveniência de várias fontes orgânicas, sejam por exemplo, lamas de ETAR, resíduos sólidos urbanos ou ainda efluentes de origem pecuária. A origem do inóculo influencia diretamente o desempenho da digestão anaeróbia devido à constituição microbiana e nutricional do meio de origem.

A percentagem de matéria orgânica do inóculo é um parâmetro indireto, com o qual se pode medir a capacidade de degradar os substratos. Este parâmetro é frequentemente utilizado para calcular a carga orgânica de um digestor ou para a realização de testes de potencial metanogénico, sendo um indicador de viabilidade do inóculo. Se o inóculo provém de efluentes de origem pecuária, a sua percentagem de matéria orgânica pode atingir os 39,6% (Moral *et al.*, 2005). No entanto, se o inóculo tiver origem a partir de lamas de ETAR, a percentagem de matéria orgânica pode atingir os 95%. Para que haja uma boa atividade microbiana na degradação do substrato, é necessário que haja uma boa percentagem de matéria orgânica, garantindo uma boa população de microrganismos (Florindo, 2009).

A atividade metanogénica específica do inóculo deve ser medida com substratos específicos para determinar se existe uma diversidade microbiana apropriada (Angelidaki, 2009).

2.4.6 Substrato

O substrato deve ser caracterizado em termos de teor de gorduras, concentração de metais pesados, razão C/N entre outros, não só para garantir a estabilidade do processo, como também a eficiência na produção de metano e a qualidade final do digerido a nível de valor fertilizante e sanitária (Adekunle & Okolie, 2015). A utilização de misturas de substratos pode melhorar a digestão anaeróbia quando se melhora o equilíbrio em termos de razão C/N de pH ou de outros nutrientes (Chen & Neibling, 2014). Estes autores referem que, por exemplo em efluentes pecuários, devido ao aumento da razão C/N a codigestão garante mais carbono disponível e diminui o risco de formação de amónia.

A Tabela 2.3 representa o potencial de produção de metano de alguns substratos frequentemente usados na digestão anaeróbia.

Tabela 2.3 – Potencial de produção de metano por tipo de substrato na digestão anaeróbia. Fonte: Schnurer & Jarvis, 2010

Substrato	Potencial de produção de metano (m ³ / t de VS)
Resíduos orgânicos alimentares	400 - 600
Efluentes pecuários	100 - 300
Resíduos de matadouros	700
Cereais	300 - 400
Beterraba	300 - 800
Silagem de erva	350 - 390
Erva verde	200 - 400
Palha	100 - 320
Lamas de ETAR	160 - 350
Resíduos de vinificação	300 - 400

2.5 Inibidores da digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia nem sempre é um processo estável. Por vezes, existem certos fenómenos de inibição que reduzem parcialmente a performance dos microrganismos presentes no reator, podendo até em certas condições levar à sua morte.

Os fenómenos de inibição podem ser provocados por varias formas, desde a composição química e orgânica do efluente a tratar, que pode ser rica em compostos de enxofre, amoníaco e metais pesados. A inibição pode ainda ser resultante da acumulação de compostos resultantes do metabolismo das arqueobactérias presentes na biomassa, tais como ácidos gordos voláteis, ácidos gordos voláteis de cadeia longa e iões H⁺.

2.5.1 Amoníaco

A digestão anaeróbia de resíduos ricos em ureia e proteína, como os dejetos de animais, muitas vezes é confrontada com altos níveis de azoto amoniacal livre devido à sua alta concentração de azoto orgânico (Akindele *et al.*, 2017; Ren *et al.*, 2018).

A quantidade de amoníaco produzido durante o processo de digestão depende de outros fatores, tais como, a concentração do substrato azotado, da carga do reator, da relação C/N, da capacidade tampão e temperatura. Em solução aquosa, o azoto amoniacal existe na forma ionizada (NH₄⁺) e não ionizada, também referida como amoníaco livre (NH₃), dependendo do pH. Com o aumento do pH a forma não ionizada que é tóxica existe em maior proporção. No entanto, a instabilidade do processo provocada pela toxicidade da amónia geralmente resulta

em aumento do nível de ácidos gordos voláteis com uma correspondente diminuição do rendimento de produção de metano.

A temperatura é um fator que influencia significativamente a produção de amónia durante a digestão anaeróbia. Para resíduos ou efluentes ricos em azoto (resíduos alimentares, dejetos de animais), é mais aconselhável operar a temperaturas mesófilas do que termófilas, devido a altas produções de amónia livre que acontecem a temperaturas termófilas. (Akindele & Sartaj, 2017; Ren *et al.*, 2018).

2.5.2 Ácidos gordos voláteis

Durante as primeiras fases da digestão anaeróbia, são produzidos vários ácidos gordos voláteis, tais como, fórmico, acético, propiónico, n-butírico, isobutírico, valérico e hexanóico. No entanto, nem todos estes ácidos são produzidos, pois depende da constituição da matéria orgânica a ser degradada. Um aumento de ácidos é normalmente sinónimo de instabilidade no processo que pode originar inibição se o pH baixar a valores inferiores a 6.5, de acordo com (Seadi *et al.*, 2008).

2.5.3 Antibióticos

Os antibióticos são considerados como sendo inibidores da digestão anaeróbia. No caso da atividade pecuária, a presença de antibióticos nos efluentes pode ter origem no tratamento de doenças dos animais assim como na desinfecção das salas de ordenha. Xin *et al.* (2014) realizaram um ensaio de digestão anaeróbia de efluentes de vacarias com diferentes doses de Oxitetracilina, um antibiótico frequentemente utilizado no combate de doenças bacterianas nos animais, e concluíram que em doses mais elevadas este antibiótico inibia a digestão anaeróbia.

2.5.4 Metais pesados

Segundo Geraldi (2003), os efluentes provenientes de lamas de ETAR contêm metais pesados, tais como zinco, cobalto, cobre, ferro e níquel, que em concentrações elevadas podem inibir o processo de digestão anaeróbia. No entanto, em concentrações baixas, estes metais pesados são necessários para assegurar a atividade enzimática dos microrganismos (Mudhoo & Kumar, 2013).

2.5.5 Compostos de enxofre

Os sulfatos originam sulfureto de hidrogénio (H_2S) que é tóxico para os microrganismos e que resulta da competição entre arqueobactérias sulfato-redutoras, arqueobactérias acetogénicas e as arqueobactérias metanogénicas no consumo de substratos (Sutaryo, 2012).

2.6 Vantagens e desvantagens da digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia é um processo que apresenta várias vantagens ambientais, sociais e económicas se for bem planeado, bem gerido e se a rentabilidade for assegurada por meio de garantias a longo termo das tarifas de venda de energia elétrica ou de gás.

Uma das vantagens mais evidentes da digestão anaeróbia é a produção de biogás que é uma fonte de energia renovável, resultante da degradação da matéria orgânica dos resíduos e efluentes pelos microrganismos (Singh *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011; Moukasis *et al.*, 2017), além de reduzir a dependência de uso de combustíveis fósseis (Silva *et al.*, 2017). É um processo que contribui para a redução de emissões, nomeadamente de metano, de dióxido de carbono e de sulfureto de hidrogénio (Chen & Neibling, 2014). Do processo resulta também um digerido, que contém menores teores de microrganismos patogénicos e menores odores do que o material não digerido e que é frequentemente utilizado como fertilizante dos solos agrícolas (Wilkie, 2005; Abubaker, 2012). Outra vantagem da digestão anaeróbia é que pode ser aplicada a uma vasta gama de resíduos orgânicos, nomeadamente resíduos e efluentes provenientes da agricultura e ainda resíduos e efluentes com origem nos meios urbanos (Holm-Nielsen *et al.*, 2009). Como vantagens económicas, as instalações de biogás são pouco exigentes em área de construção (Shih, 1993; Monteiro *et al.*, 2010), reduzindo os custos de aquisição de terrenos para a sua implementação, e socialmente, permite a criação de trabalho (Seadi *et al.*, 2008).

No entanto, há autores que não partilham da visão otimista da digestão anaeróbia e que realçam os problemas e insucessos do processo. Por exemplo Patil *et al.* (2012) afirmaram que a digestão anaeróbia é um processo na maior parte das vezes instável e requer uma supervisão bastante frequente. Os mesmos autores referem que a atividade microbiana só é maximizada se se verificar um determinado conjunto de parâmetros específicos. Zupan & Grilc (2012) definiram como desvantagens da digestão anaeróbia, a fraca divulgação e baixo investimento por parte de alguns países nas tecnologias de infraestruturas de produção de biogás para fins energéticos e fertilização a partir de resíduos orgânicos. Além disso, estes autores referem que nem sempre as instalações são rentáveis ao ponto de retorno do investimento, muitas vezes devido à

construção de modo empírico sem conhecimento técnico científico necessário, que dificulta ou impossibilita o retorno do investimento além de causar problemas graves de poluição ambiental.

2.7 Vantagens e limitações da utilização do material digerido

De acordo com Mignon (2009) e Lukehurst *et al.* (2010), a utilização do material orgânico digerido acarreta um vasto leque de vantagens, nomeadamente, o aumento do potencial de fertilização dos solos, sendo que o material digerido é menos ácido que o material não digerido, além de que reduz o consumo de adubos sintéticos. A utilização do digerido permite a proteção do ambiente a nível do ar, solo e água devido à redução de emissões gasosas, redução da lixiviação do azoto dos solos e redução da eutrofização das águas. O digerido pode ter valor económico, e ser uma fonte de receita.

As limitações do manuseamento do material orgânico digerido prendem-se pelas altas concentrações de azoto quando o efluente ou resíduo à partida é rico em azoto, ou então, quando a decomposição é ineficiente, causando excesso de azoto no material digerido, quer na volatilização na forma amoniacal, quer pela lixiviação na forma de nitratos. Além disso, se o material digerido não for armazenado com confinamento adequado, criam-se odores desagradáveis nas redondezas das instalações (Zupan & Grilc 2012).

3. O CONCEITO DE BIOGÁS NOS PRINCIPAIS PAÍSES EUROPEUS DE PRODUÇÃO PECUÁRIA

3.1 Introdução

A sustentabilidade do funcionamento do conceito de biogás num país depende de vários fatores, tais como a legislação em vigor, as quantidades produzidas das diferentes matérias-primas para obtenção do biogás, e também a rentabilidade do próprio processo da digestão anaeróbia (ver Figura 3.1). A legislação em vigor pode dividir-se em 3 componentes: ambiental, social e económica. A legislação ambiental baseia-se na conservação dos recursos naturais e no respeito pela defesa da fauna e flora. A nível de legislação social, procura-se estabelecer políticas que visam o bem-estar das pessoas, evitando ao máximo a possibilidade de existirem conflitos adjacentes à gestão das matérias-primas, nomeadamente, emissões de gases poluentes, propagação de doenças e produção de maus cheiros. Por último, a nível de legislação económica, torna-se oportuno ter em conta as políticas de apoios financeiros a projetos de construções de instalações de tratamento de resíduos e efluentes por digestão anaeróbia, assim como as tarifas aplicadas à venda da energia resultante do dito processo.

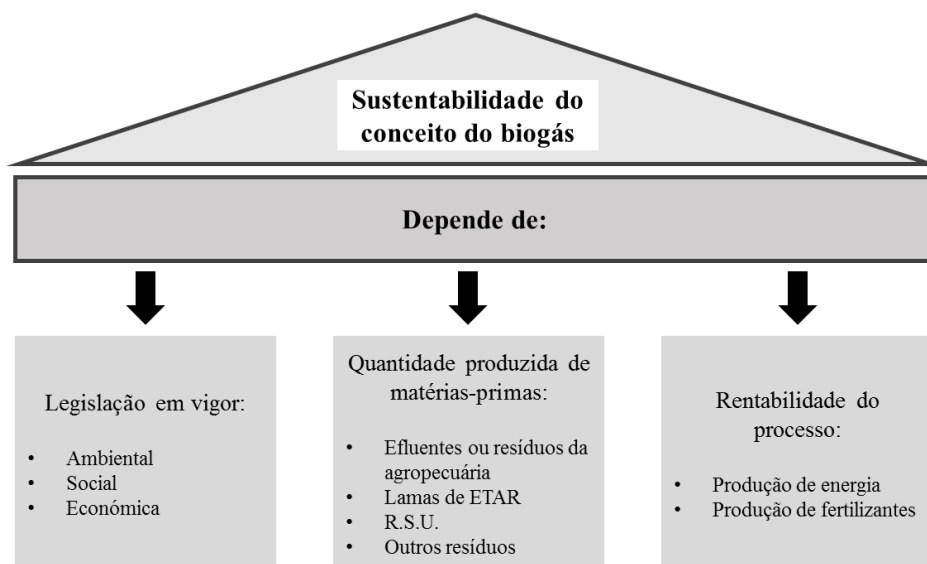


Figura 3.1 – Fatores aos quais depende a sustentabilidade do conceito do biogás

A Alemanha, a Dinamarca e a Holanda são três países europeus com uma forte tradição e impacto nos setores da indústria e agricultura devido à sua crescente evolução tecnológica sobretudo no setor agropecuário, destacando-se a bovinicultura. No entanto, devido à procura de competitividade da economia nos mercados internacionais, estes três países têm-se deparado

com uma crescente produção de resíduos e efluentes orgânicos e ainda a um crescente consumo energético. Para evitar danos ambientais, a Alemanha, a Dinamarca e Holanda obrigaram-se a desenvolver políticas no sentido de desenvolver tecnologias e infraestruturas que permitissem não só tratar os seus resíduos e efluentes, como também produzir simultaneamente energia de modo a reduzirem a sua dependência energética de países terceiros. O enquadramento do conceito de biogás varia de país para país, dependendo do seu nível de produção de resíduos e consumo energético e políticas ambientais.

Neste capítulo pretende-se avaliar o estado da arte do conceito do biogás em Portugal, quer a nível legislativo, quer a nível económico quer a nível produtivo, comparando às situações atualmente vividas noutros países da união europeia, nomeadamente na Alemanha, Holanda e Dinamarca, dando um particular destaque para o tratamento dos efluentes no setor da bovinicultura leiteira.

3.2 Metodologia

Neste estudo, para cada um dos países, nomeadamente, Alemanha, a Dinamarca, a Holanda e Portugal analisaram-se os seguintes aspetos:

1. Caracterização geográfica, económica e demográfica
2. Distribuição da produção de energia elétrica por fontes
3. N° de instalações de biogás e respetivas produções energéticas anuais
4. Formas de energia produzidas a partir do biogás
5. Tarifas energéticas aplicadas ao biogás
6. Emissões de metano totais e agrícolas, e potenciais de emissões de metano a partir dos dejetos de animais
7. Caracterização do setor da bovinicultura
8. Entraves no setor do biogás

Para o efeito consultaram-se atlas geográficos com caracterizações demográficas e geográficas de cada um dos 4 países selecionados anteriormente e ainda analisaram-se relatórios e artigos científicos da autoria de investigadores e instituições especializadas sobre a temática em causa. Os resultados obtidos são provenientes da consulta, transformação e sintetização de dados obtidos a partir dos seguintes *websites*:

1. <https://www.cia.gov/index.html>, consultado a 02/07/2017
2. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, consultado a 02/07/2017

3. <http://world-statistics.org/index.php>, consultado a 25/06/2017
4. <https://www.ine.pt.>, consultado a 14/03/2018
5. <http://european-biogas.eu/biogas/>, consultado a 02/07/2017
6. <http://task37.ieabioenergy.com/>, consultado a 02/07/2017

3.3 Resultados

3.3.1 União europeia

A Figura 3.2 representa o número de instalações de valorização e tratamento de resíduos e efluentes orgânicos por digestão anaeróbia a nível do continente europeu no ano 2015. Nesse ano, a Europa apresentava um total de 17358 instalações e 8728 MW de capacidade energética total. Dos 31 países representados na figura, só a Alemanha era detentora de mais de metade do nº de instalações de biogás a nível europeu, com 10846 instalações. A Holanda encontrava-se na 10ª posição com 268 instalações, seguida da Dinamarca em 12ª posição com 152 instalações e Portugal em 17ª posição com apenas 64 instalações.

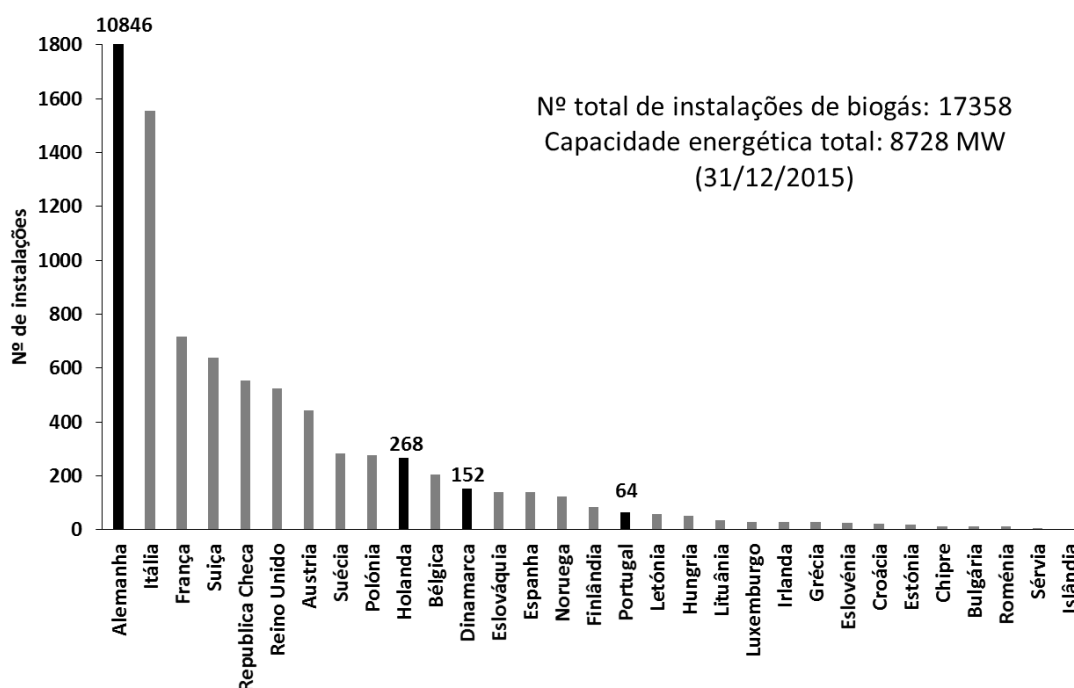


Figura 3.2 – Nº de instalações de biogás nos países europeus no ano 2015. Adaptado de EBA (2015)

No entanto, analisando a produção total de energia elétrica por biogás em cada país europeu no mesmo ano de 2015 (ver Figura 3.3), verifica-se que nem sempre a produção de energia elétrica acompanha o ritmo do número de instalações de biogás. A título de exemplo, no Reino Unido

o número de instalações de biogás é ligeiramente inferior do que na República Checa, mas a sua produção de energia elétrica resultante é superior ao dobro da República Checa. Esta situação pode relacionar-se, por um lado, pela dimensão de cada unidade de produção de biogás (pequena, média ou larga escala), por outro pela inclusão de instalações de biogás de aterro e pelas formas energéticas alternativas em que o biogás é convertido.

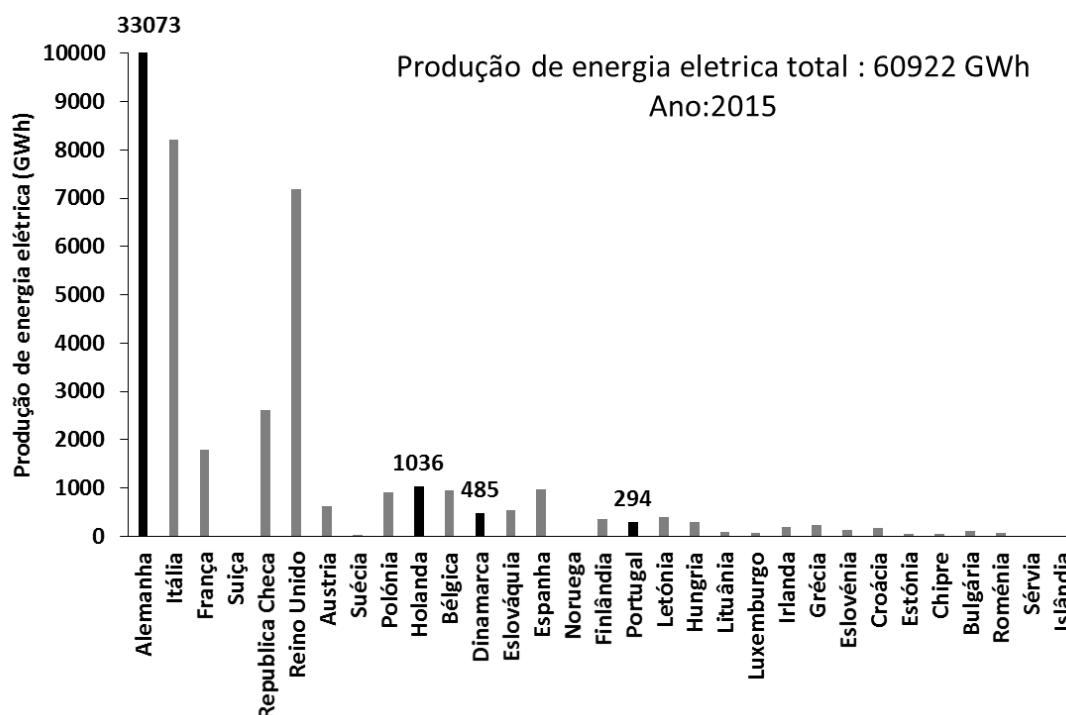


Figura 3.3 – Produção total de energia elétrica a partir do biogás nos principais países europeus no ano 2015. Adaptado de EBA (2015)

Jossart (2012) afirma que o biogás na europa, é maioritariamente convertido em energia elétrica, embora possa também ser purificado e ser injetado na rede de gás natural, pode ser usado como calor para aquecimento de edifícios ou ainda em certos casos ser utilizado como biocombustível nos automóveis. O tipo de produção energética num determinado país é direcionado conforme as necessidades energéticas das suas populações e pelas tarifas de venda energética. As mesmas tarifas são regulamentadas a nível europeu pela Diretiva das Energias Renováveis (2009/28/EC), pela Diretiva da Reciclagem e Valorização dos Resíduos (2008/98/EC) e ainda pela Diretiva de Aterros (1999/31/EC) (Foreest, 2012).

3.3.2 Alemanha

A Alemanha é um país com uma população de 80,9 milhões de habitantes e uma área terrestre de 348672 km² (Central Intelligence Agency, 2017). A Alemanha situa-se na Europa central, fazendo fronteira a oeste com a Holanda, Bélgica e França, a leste com a Polónia e República

Checa, a Norte com a Dinamarca, a sudeste com a Áustria e a sul com o Liechtenstein e Suíça. A Alemanha apresenta um clima temperado a frio devido à influência do mar do Norte e um relevo bastante diversificado (National Geographic, 2005).

Em relação à economia, a Alemanha é um dos países com mais impacto no setor da indústria a nível mundial, nomeadamente na indústria automóvel e equipamentos eletrónicos. A nível europeu, a Alemanha é o maior produtor no setor da agropecuária, produzindo em larga escala leite de vaca e carne de bovinos e suínos. No entanto, em 2002, a Alemanha foi considerada o 5º país a nível mundial no consumo energético adquirindo 2 terços de energia no estrangeiro. Por esse motivo, a Alemanha tem desenvolvido políticas que visam enfatizar o desenvolvimento de tecnologias e produção de energias renováveis, de forma a reduzir a sua dependência energética, estabelecendo metas de produção de energia até 2050.

A Figura 3.4 representa a evolução anual da distribuição da energia elétrica produzida na Alemanha por tipo de fonte entre 2005 e 2012. Verifica-se um forte destaque para a produção de energia elétrica nas centrais a carvão, representando quase 50% da produção ao longo dos anos. Esta situação poderá relacionar-se com extração mineira de carvão, com grande impacto na economia alemã (National Geographic, 2005). Destaca-se ainda uma evolução positiva e gradual da energia elétrica proveniente das outras fontes renováveis ao mesmo tempo da decrescente produção de energia nuclear. Esta situação poderá relacionar-se com a crescente valorização energética por digestão anaeróbia dos efluentes do setor agropecuário, considerada uma energia renovável não poluente além de reduzir-se deste modo não só as emissões atmosféricas de metano, como também a utilização de substâncias radioativas e ainda a redução da poluição dos solos e águas.

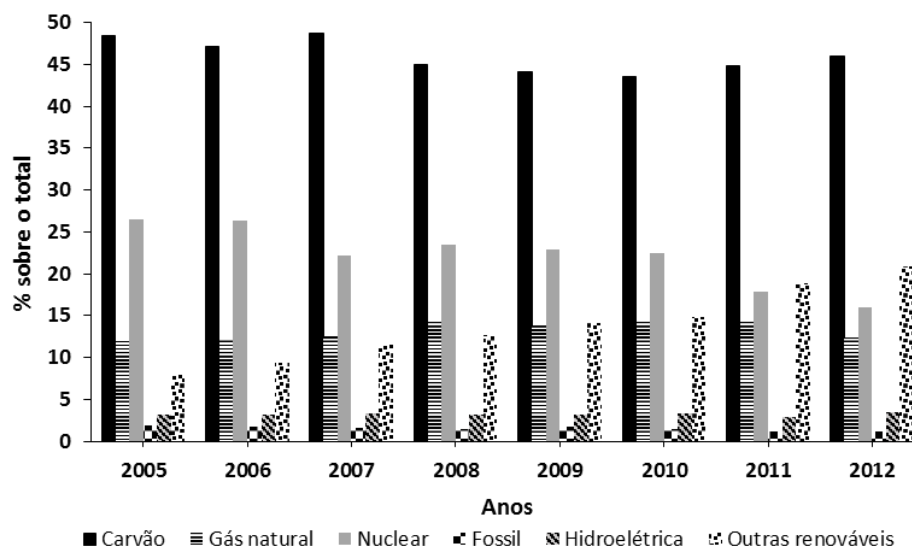


Figura 3.4 – Distribuição da produção de energia elétrica na Alemanha por fontes entre 2005 e 2012, na Alemanha
Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php>

Na Tabela 3.1 estão representados o número de instalações de biogás por tipo de instalação assim como a respetiva produção energética para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Salienta-se um aumento gradual no número de instalações de biogás ao longo dos anos, nos quais se destacam as instalações de resíduos biológicos e resíduos da agricultura, o que poderá relacionar-se novamente com a crescente necessidade de tratamento dos efluentes provenientes do setor pecuário. Verificou-se uma descida do número de instalações de valorização de lamas de ETAR entre 2015 e 2016, e um crescente aumento da respetiva produção energética. Esta situação poderá relacionar-se com a desativação de unidades de pequena dimensão optando pela construção de unidades com produção de maior escala.

Em relação às produções energéticas, verifica-se um aumento gradual e significativo no total de energia produzida ao longo dos anos. As maiores contribuições para tal aumento de produção energética vão para os setores da agricultura e lamas de ETAR. Destaca-se o aumento da produção energética do setor da agricultura que poderá relacionar-se com a opção de instalações de regime centralizado no tratamento de efluentes pecuários em detrimento das unidades individuais de cada exploração pecuária.

Tabela 3.1 – N° de instalações de biogás e respectivas produções de energia, por tipo de instalações, na Alemanha para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosig et al. (2013), Drosig et al. (2014), Drosig et al. (2015) e Drosig et al. (2016)

Tipo de instalações de biogás	Anos =>	2012	2014	2015	2016
Lamas de ETAR	N° de instalações	1400	1400	1400	1252
Resíduos biológicos		95	180	180	333
Agricultura		7800	7960	8005	8000
Resíduos industriais		250	80	80	187
Aterros		400	400	400	440
Total		9945	10020	10065	10212
Lamas de ETAR	Produção de energia (GWh/ano)	3100	3050	3369	3411
Resíduos biológicos		4500	1210	1382,7	1845
Agricultura		29400	35670	42863,7	44322
Resíduos industriais		3420	640	1843,6	5523
Aterros		550	630	500	525
Total		40970	41200	49959	55626

Em relação às produções energéticas anuais por tipo de energia do biogás produzida (ver Tabela 3.2), verifica-se um aumento simultâneo na produção de energia elétrica e calor, que poderá relacionar-se pelo aumento do total de energia produzida verificado anteriormente, como também na procura da redução da dependência energética de países terceiros além de que o calor gerado na produção de biogás pode ser utilizado no aquecimento de instalações pecuárias e outros edifícios.

Tabela 3.2 – Tipos de energias produzidas a partir do biogás na Alemanha, para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosig et al. (2013), Drosig et al. (2014), Drosig et al. (2015) e Drosig et al. (2016)

	Produção (GWh/ano)			
Tipos de energia produzida	2012	2014	2015	2016
Eletricidade	26650	28270	31890	36775
Calor	14000	12930	18069	18851

A Tabela 3.3 representa o valor das tarifas de venda da energia produzida a partir do biogás na Alemanha. Verifica-se que a tarifa com valor mais elevado corresponde ao biogás produzido a partir dos efluentes pecuários. Este incentivo traduz a prioridade em tratar estes efluentes prevenindo a poluição ambiental, uma vez que o setor da pecuária na Alemanha é caracterizado pelo seu elevado grau tecnológico e ainda pela intensificação do setor, resultando numa produção de efluentes poluentes em larga escala.

Tabela 3.3 – Tarifas aplicadas sobre a venda de energia elétrica a partir dos diferentes resíduos e efluentes, na Alemanha.
Fonte: Sternkopf (2017)

Tipo de resíduo ou efluente	Tarifa (€/KWh)
Aterros	0,0566 – 0,0817
Lamas de ETAR	0,0566 – 0,0649
Resíduos e efluentes biológicos	0,1305 – 0,1488
Resíduos e efluentes pecuários até 75KW de potência instalada	0,2314

A Figura 3.5-a representa as emissões anuais de metano totais e do setor da agricultura na Alemanha. Verificou-se uma acentuada descida do valor de emissões de metano a nível global e a nível da agricultura. Este facto poderá relacionar-se com a crescente procura da valorização de resíduos orgânicos, resultantes da modernização industrial alemã e do setor pecuário.

Em relação ao potencial de produção de metano dos dejetos dos animais (ver Figura 3.5-b) verifica-se um elevado potencial de produção de metano a partir dos dejetos de bovinos e suínos. Esta situação poderá relacionar-se com o grande impacto económico da produção intensiva de bovinos de carne, como também bovinos de leite e ainda a produção de carne de suínos. As produções de aves, ovinos e caprinos têm pouca expressão na produção pecuária alemã.

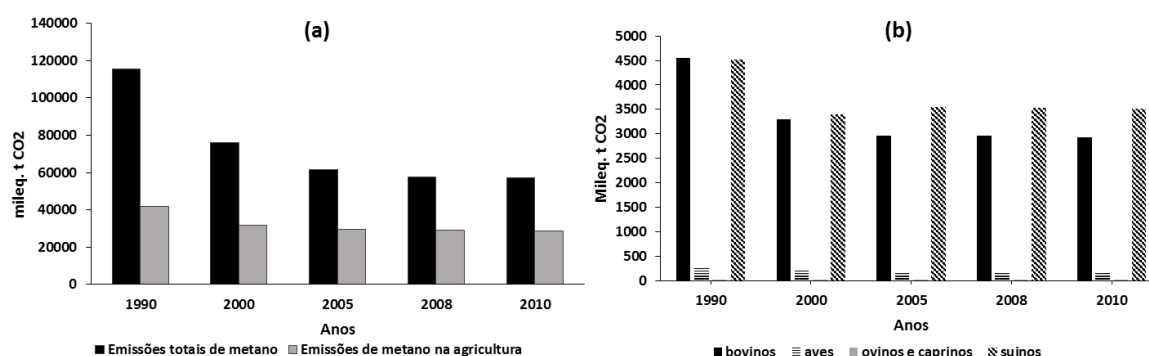


Figura 3.5 – Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) na Alemanha, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010. Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php#indicators> e <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

A Figura 3.6 representa a evolução da produção de bovinos de leite e respetiva produção leiteira, por km² de área agrícola na Alemanha. Destaca-se uma produção constante do número de animais e uma crescente produção de leite ao longo dos anos, o que demonstra uma intensificação gradual do setor.

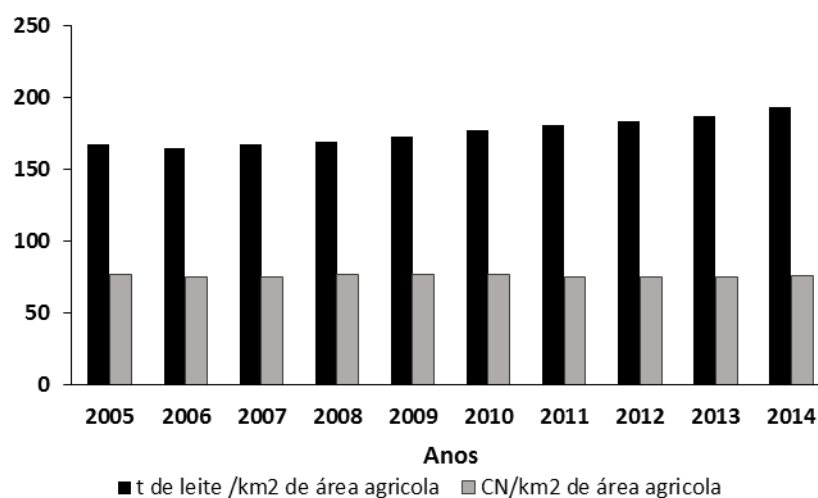


Figura 3.6 – Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 na Alemanha Adaptado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data> e <https://www.cia.gov/index.html>

Limitações do biogás na Alemanha

A Alemanha dispõe de uma rede de distribuição de energia elétrica e gás nas zonas rurais onde estão situadas as unidades de produção de biogás, que ainda é passível de ser melhorada, dificultando em certa medida, a injeção de energia elétrica produzida na rede elétrica pública local ou ainda a injeção de biometano na rede de gás pública. (Kampman *et al.*, 2016).

3.3.3 Dinamarca

A Dinamarca é país com uma população de 5,6 milhões de habitantes e uma área terrestre de 42434 km² (Central Intelligence Agency, 2017). A Dinamarca fica situada no norte da Europa, sendo banhada a este pelo Mar do norte, a leste pelo mar Báltico e fazendo fronteira a sul com a Alemanha e Holanda, a norte com a Noruega e Suécia. Apresenta um clima temperado e húmido e um relevo praticamente plano (National Geographic, 2005).

A economia dinamarquesa tem um forte destaque no setor da agricultura com alta tecnologia e no setor da energia, ambos com exportação de produções excedentes. Tem um clima propício para o cultivo de cereais e forragens para alimentação de animais, o que faz com que tenha uma forte tradição em produção de laticínios e carne. Em acréscimo, a Dinamarca é um país europeu que tem vindo a apostar cada vez mais no desenvolvimento de tecnologias e sistemas de tratamento e valorização de resíduos e efluentes pecuários com produção de biogás para fins energéticos.

A Figura 3.7 representa a evolução da distribuição da produção de energia elétrica por tipo de fonte na Dinamarca entre 2005 e 2012. Salienta-se a descida gradual da produção de energia elétrica do carvão a partir do ano 2006 e um aumento significativo da produção de energia elétrica por fontes renováveis a partir do mesmo ano. Este facto poderá relacionar-se com a tendência de optar cada vez mais por fontes de energias renováveis e não poluentes em detrimento das não renováveis, com especial destaque para a energia do biogás devido ao forte setor agropecuário e para a energia eólica devido à exposição ventosa do Mar do Norte e do relevo plano (National Geographic, 2005).

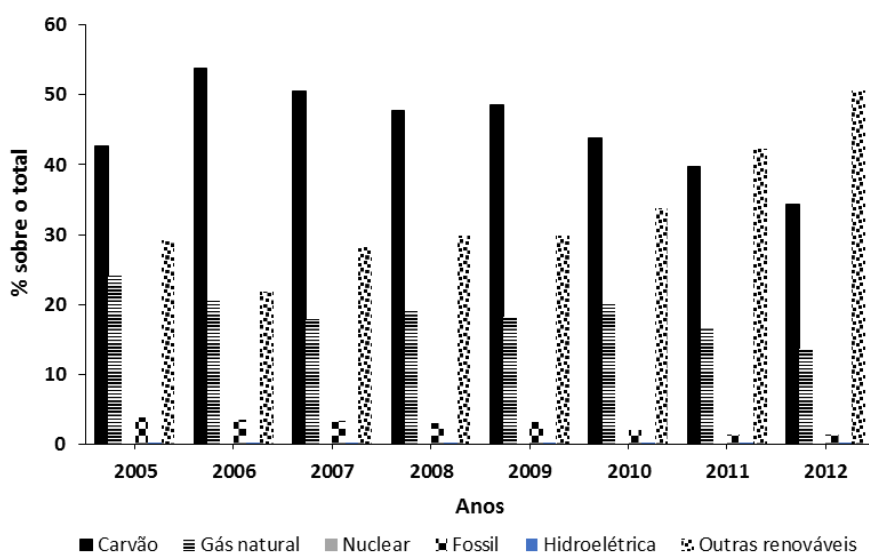


Figura 3.7 - Distribuição da produção de energia elétrica por fontes entre 2005 e 2012, na Dinamarca
Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php>

A Tabela 3.4 representa o número de instalações de biogás por tipo de instalação assim como a respetiva produção energética para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. De acordo com a observação do mesmo quadro verifica-se uma descida de número de instalações de biogás e um crescente aumento de produção energética. Este efeito poderá relacionar-se com a cada vez maior agregação de entidades o tratamento dos seus resíduos e efluentes em regime centralizado em detrimento do regime individual de baixa produtividade energética. Até ao ano 1998, existiam 20 instalações de biogás a funcionar em regime centralizado (Hjort-Gregersen, 1999) passando para 24 em 2015 (Hinje, 2016). Destacam-se ainda as contribuições significativas das lamas de ETAR e da agricultura, que poderá relacionar-se com a elevada população e pelo forte impacto do setor agropecuário.

Tabela 3.4 - N° de instalações de biogás e respectivas produções de energia, por tipo de instalações, na Dinamarca para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosq et al. (2013), Drosq et al. (2014), Drosq et al. (2015) e Drosq et al. (2016)

Tipo de instalações de biogás	Anos =>	2012	2014	2015	2016
Lamas de ETAR	N° de instalações	65	57	53	52
Resíduos biológicos		-	-	-	-
Agricultura		82	67	65	71
Resíduos industriais		5	5	6	6
Aterros		30	25	28	27
Total		167	154	152	156
Lamas de ETAR	Produção de energia (GWh/ano)	220	250	301	281
Resíduos biológicos		-	-	-	-
Agricultura		800	861	1115	1367
Resíduos industriais		115	51	71	67
Aterros		83	56	50	48
Total		1218	1218	1537	1763

A Tabela 3.5 representa as produções energéticas anuais do biogás por tipo de energia produzida na Dinamarca. Verifica-se que tanto a energia elétrica como o calor têm sofrido uma evolução positiva nas suas respetivas produções, que poderá relacionar-se com a crescente necessidade de tratamento dos efluentes de origem pecuária e do aproveitamento do calor resultante da digestão anaeróbia no aquecimento de instalações pecuárias e outros edifícios devido aos invernos mais frios.

Tabela 3.5 - Tipos de energias produzidas a partir do biogás na Dinamarca, para os anos 2012, 2014, 2015 e 2016. Adaptado de Drosq et al. (2013), Drosq et al. (2014), Drosq et al. (2015) e Drosq et al. (2016)

Tipos de energia produzida	Produção (GWh/ano)			
	2012	2014	2015	2016
Eletricidade	808	1023	1183	1150
Calor	242	250	231	288

A Tabela 3.6 representa o valor das tarifas energéticas da produção de biogás na Dinamarca. Salienta-se que a cogeração de energia elétrica com calor e a injeção do biogás na rede de gás pública apresentam as tarifas mais elevadas em detrimento do biogás utilizado em transportes e industria.

Tabela 3.6 – Tarifas aplicadas à venda energética do biogás na Dinamarca. Fonte: Seadi (2015)

Tipo de consumo energético	Valor da tarifa (€/kWh)
Calor + eletricidade	0,056
Injeção em gás de rede	0,056
Transportes	0,037
Industria	0,037

A Figura 3.8-a representa as emissões anuais de metano totais e do setor da agricultura na Dinamarca. De acordo com a mesma figura, verifica-se que as emissões globais de metano e as emissões de metano agrícolas mantiveram-se constantes ao longo dos anos. No entanto, as emissões agrícolas representam um grande impacto em comparação com as emissões globais, que poderá relacionar-se com a forte produção agropecuária dinamarquesa.

Em relação ao potencial anual de produção de metano dos dejetos dos animais pecuários (ver Figura 3.8-b), destaca-se a forte contribuição das emissões de metano dos suínos, que poderá relacionar-se com o elevado impacto económico da suinicultura na economia dinamarquesa.

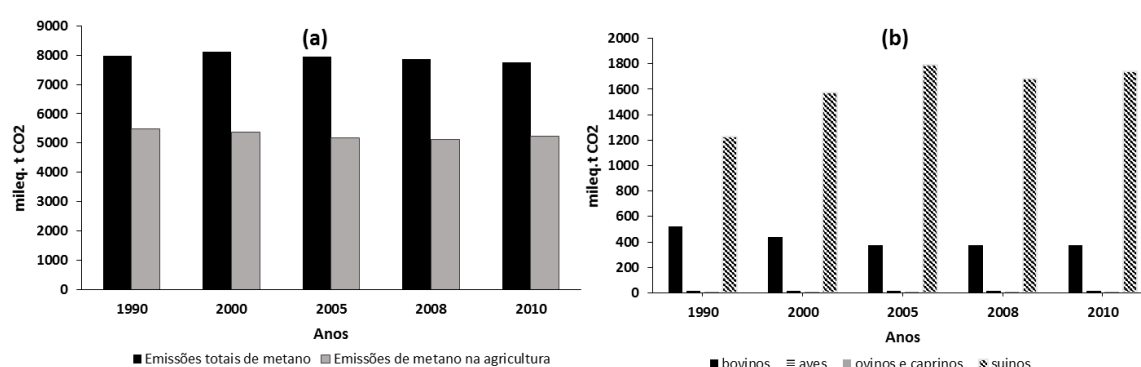


Figura 3.8 - Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) na Dinamarca, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010 (Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php#indicators> e <http://www.fao.org/faostat/en/#data>)

A Figura 3.9 representa a evolução da produção de bovinos de leite e respetiva produção leiteira, por km² de área agrícola na Dinamarca. Apesar do número de animais produzidos se manter constante, verifica-se um aumento gradual nas produções de leite, que tal como verificado na Alemanha (ver Figura 3.6) traduz-se numa crescente modernização e intensificação deste setor.

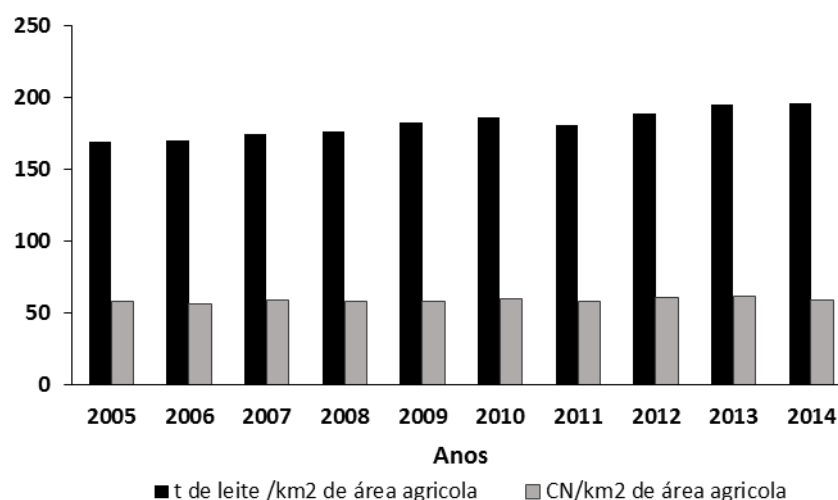


Figura 3.9 - Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 na Dinamarca (Adaptado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data> e <https://www.cia.gov/index.html>)

Limitações do biogás na Dinamarca

Na Dinamarca, os subsídios de apoio à construção e funcionamento de instalações de biogás têm vindo a decrescer nos últimos anos, com previsão de desaparecerem a partir do ano 2020. Salienta-se ainda que, pelo facto de que este tipo de instalações se situarem principalmente em zonas rurais próximo de explorações pecuárias, torna-se difícil a obtenção de substratos que poderiam ser adicionados aos efluentes pecuários para garantir melhor estabilidade da digestão anaeróbia assim como aumentar o rendimento na produção de biogás e teor de metano (Kampman *et al.*, 2016).

3.3.4 Holanda

A Holanda, frequentemente conhecida como Países Baixos, é um país com uma população 16,9 de milhões de habitantes e uma área terrestre de 33893 km² (Central Intelligence Agency, 2017). Fica situada na Europa Ocidental, banhada a norte e oeste com o Mar do Norte fazendo fronteira a leste com a Alemanha e a sul com a Bélgica. A Holanda apresenta um relevo praticamente plano em todo o seu território (National Geographic, 2005).

A economia holandesa é bastante diversificada, com forte impacto nos setores do turismo, pesca, transportes, metalúrgica e agricultura, onde se destacam a floricultura e a agropecuária. Atendendo a que se trata de um país europeu relativamente pequeno e com apenas 55,1% de superfície agrícola útil, as áreas agrícolas são estritamente protegidas. O setor agropecuário só é possível se for exercido em regime intensivo, acarretando uma maior produção de efluentes,

obrigando a adotar tecnologias e infraestruturas que permitam tratar os mesmos de uma forma eficiente através da digestão anaeróbia, protegendo assim os solos da poluição ambiental.

A Figura 3.10 representa a evolução da distribuição da energia elétrica produzida na Holanda, de acordo com os tipos de fontes de produção. Ao longo dos anos não se verificam diferenças significativas na distribuição da energia elétrica na Holanda. Contudo, destaca-se a produção de energia elétrica proveniente do gás natural representando em média mais de metade da produção de energia elétrica total. Este facto poderá estar relacionado com a purificação e injeção do biogás resultante do tratamento anaeróbio dos efluentes de origem pecuária, na rede de gás natural.

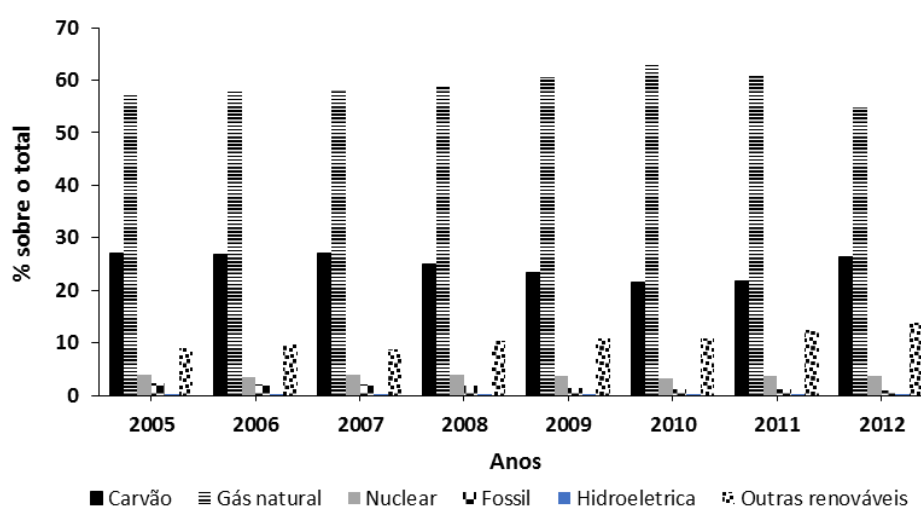


Figura 3.10 - Distribuição da produção de energia elétrica por fontes entre 2005 e 2012, na Holanda
(Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php>)

A Tabela 3.7 representa a caracterização do panorama da valorização de resíduos e efluentes no ano 2013 na Holanda. Tendo em conta que este país tem uma área geográfica reduzida e apenas 55% de área agrícola útil, este setor é exercido com grande modernização e intensidade, principalmente a nível da floricultura e criação de gado. Por essa razão, a agricultura é o setor que mais contribui a nível de número de instalações de biogás e produções energéticas, em detrimento dos outros setores. As lamas de ETAR também têm um grande impacto na produção de biogás devido à alta densidade populacional do país, que acarreta uma grande produção de lamas provenientes de esgotos municipais.

Tabela 3.7– N° de instalações, produções energéticas e diversificação de resíduos tratados na Holanda em 2013. Adaptado de Dros et al. (2015)

Tipos de resíduos	N° de instalações	Capacidade de produção de calor instalada (MW)	Capacidade de produção de eletricidade instalada (MW)	Capacidade energética de metano em ampliação (Nm³/h)
ETAR	82	8	46	470
Biológicos	11	11	11	3892
Agricultura	105	18	129	606
Industriais	13	0	18	5312
Aterros	41	0	15	1625
Total	252	37	219	12530

Na Tabela 3.8 estão representadas as tarifas energéticas aplicadas à venda da energia resultante do biogás na Holanda de acordo com o respetivo setor. As tarifas energéticas do biogás são aplicadas sazonalmente, dependendo da oferta e procura da energia ao longo do ano. Sendo assim, para cada tipo de resíduo, a tarifa de biogás varia em 3 fases ao longo do ano. De acordo com o mesmo quadro, verifica-se que no caso da mono-digestão de efluentes pecuários, as suas tarifas são as mais altas em comparação com os outros resíduos. No entanto, Chen & Neibling (2014) concluíram que a mono-digestão de um efluente não garantia estabilidade no processo da digestão anaeróbia, limitando as produções de metano, havendo a necessidade de adicionar outros substratos para rentabilizar e estabilizar o processo. No mesmo sentido e de acordo com o quadro, verifica-se que a tarifa da codigestão de efluentes agropecuários com outros resíduos era inferior à mono-digestão, embora a produção energética seja superior.

Tabela 3.8 – Tarifas energéticas aplicadas á venda da energia resultante do biogás em 2017 na Holanda. Fonte: Mooldijk (2017)

Tipos de resíduos valorizados	Fase 1 (€/KWh)	Fase 2 (€/KWh)	Fase 3 (€/KWh)
Todos os resíduos	0,058	0,058	0,058
Extensão do período regulamentado (todos os resíduos)	0,055	0,055	0,055
Codigestão de efluentes agropecuários	0,064	0,074	0,074
Extensão do período regulamentado da codigestão de efluentes agropecuários com outros resíduos	0,063	0,063	0,063
Efluentes agropecuários (mono-digestão)	0,064	0,078	0,088
Injeção na rede de gás	0,064	0,078	0,092
AWZI/RWZI solo	0,031	0,031	0,031

A figura 3.11-a representa as emissões anuais de metano totais e do setor da agricultura na Holanda. Verifica-se uma diminuição gradual quer nas emissões de metano totais quer nas emissões de metano agrícolas, que poderá estar relacionado com a crescente valorização energética do biogás no país.

Em relação ao potencial de emissões de metano nos dejetos dos diferentes animais de criação pecuária (ver figura 3.11-b), destacam-se os bovinos e os suínos, que demonstra a significativa modernização e intensificação da bovinicultura leiteira e suinicultura.

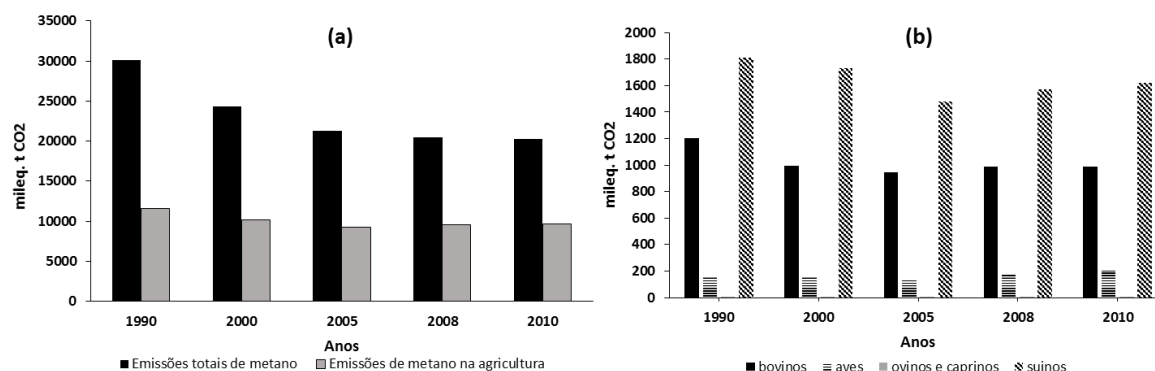


Figura 3.11 - Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) na Holanda, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010. Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php#indicators> e <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

Na Figura 3.12 estão representadas as evoluções de produção de bovinos de leite e respetiva produção leiteira ao longo dos anos. Verifica-se um nível de produção de animais constante e uma crescente produção leiteira, o que reflete a constante modernização e intensificação do setor.

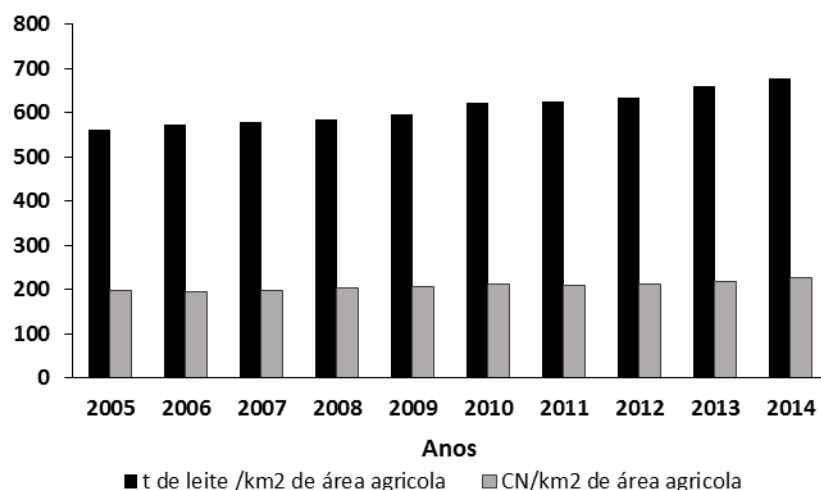


Figura 3.12 - Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 na Holanda. Adaptado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data> e <https://www.cia.gov/index.html>

Limitações do biogás na Holanda

Na Holanda, vive-se atualmente uma grande insegurança económica no setor do biogás. As grandes empresas produtoras de biogás que representam este setor no país não conseguem obter, por parte dos bancos, linhas de crédito para investir em instalações de energia renovável.

3.3.5 Portugal

Portugal é país com uma população de 10,8 milhões de habitantes e uma área terrestre de 91470 km² (Central Intelligence Agency, 2017). É o país situado mais a oeste da Europa, banhado a oeste e sul pelo Oceano Atlântico e a norte e leste pela Espanha. É também constituído pelos arquipélagos dos Açores a oeste e pelo arquipélago da Madeira a sudoeste, sendo ambos os arquipélagos banhados pelo Oceano Atlântico. O território português apresenta um clima temperado marítimo e um relevo bastante diversificado (National Geographic, 2005).

Em relação à economia, Portugal destaca-se nos setores do turismo, a pesca e a agricultura, tendo este setor destaque na vinicultura, cultivo de cereais e pecuária. No entanto, Portugal apresenta zonas agrícolas de latifúndio nas planícies alentejanas com criação de gado para carne e cereais e zonas de minifúndio no resto do país com principal destaque para a bovinicultura de leite no Minho e Açores. Portugal tem ainda condições propícias para a produção de energia elétrica, quer por turbinas eólicas devido à influência ventosa do Oceano Atlântico, quer hidroelétrica devido à presença de rios profundos e de larga dimensão com aptidão para construção de barragens. Portugal possui ainda uma boa exposição solar com boas condições para aproveitamento de energia solar.

A Figura 3.13 representa a evolução da distribuição da produção de energia elétrica ao longo dos anos em Portugal. Salienta-se uma boa diversidade de fontes de energia elétrica, registando apenas a ausência da energia nuclear. No entanto verifica-se uma tendência decrescente na produção de energia elétrica por fontes de energia não-renováveis, em detrimento de uma tendência crescente na produção de energia elétrica através de fontes de energias renováveis. Este facto relaciona-se com a situação de Portugal na península ibérica sujeito a grandes exposições solares e ventosas do Oceano Atlântico, permitindo uma ótima rentabilização da utilização da energia eólica e solar fotovoltaica. Para além disso, Portugal dispõe de um grande número de rios equipados com barragens hidroelétricas, representando 1/3 da produção de eletricidade em Portugal.

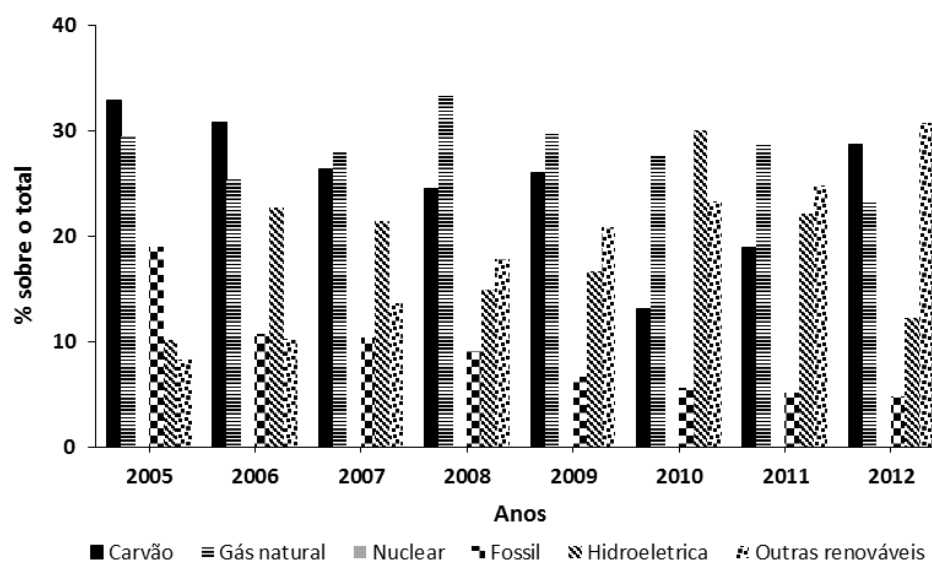


Figura 3.13- Distribuição da produção de energia elétrica por fontes entre 2005 e 2012, em Portugal.
Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php>

A Tabela 3.9 representa a evolução da produção energética anual em Portugal a partir do biogás nos diferentes tipos de resíduos. Salienta-se a representação maioritária e de tendência crescente do biogás de aterros. No entanto, esta tendência inverteu-se a partir de 2015, registando uma descida do valor de energia produzida. Em contrapartida, de 2013 para 2015, registou-se um aumento de mais de 10 vezes da produção de energia nos outros setores. Tal situação poderá estar relacionada com a criação de incentivos para implementar o tratamento de outros tipos de resíduos orgânicos, tais como efluentes da pecuária, resíduos orgânicos alimentares ou óleos alimentares usados.

Tabela 3.9 – Evolução da produção energética anual a partir do biogás por diferentes tipos de resíduos em Portugal, entre 2010 e 2016. Adaptado de: Euroserver (2012), Euroserver (2014), Euroserver (2016) e Euroserver (2017)

Tipo de resíduos	2010 (GWh)	2011 (GWh)	2012 (GWh)	2013 (GWh)	2014 (GWh)	2015 (GWh)	2016 (GWh)
Aterros	327,56	491,95	628,20	718,73	-	828,06	793,17
Lamas de ETAR	19,77	20,93	19,77	31,40	-	30,24	34,89
Outros setores	9,30	10,47	8,14	9,30	-	102,34	107,00
Total	357,04	523,35	655,93	759,44	-	960,64	933,89

Na Tabela 3.10 está representado o potencial de produção anual de metano e energia em Portugal, a partir da digestão anaeróbia. Destacam-se os resíduos sólidos urbanos, as lamas de ETAR e os efluentes da bovinicultura, como sendo os setores de resíduos com mais potencial de produção de biogás e maior potencial de produção energética em Portugal. No entanto, comparando estes valores com a tabela 3.9, verifica-se que até ao ano 2016, os valores realmente produzidos estavam muito aquém dos respetivos valores potenciais. Este facto explica-se pelo conceito de valorização dos resíduos e efluentes orgânicos por biogás estar

numa fase muito remota em relação às situações verificadas noutros países, nomeadamente, a Alemanha, a Dinamarca e a Holanda.

Tabela 3.10 – Potencial de produção anual de biogás e energia em Portugal a partir da valorização por digestão anaeróbia. Fonte: Ferreira et al. (2012)

Resíduos e efluentes		Biogás	Energia elétrica e térmica
Categorias	Descrição	1000 m ³ /ano	GWh/ano
Municipais	RSU	402,92	2256,35
	Lamas de ETAR	70,60	395,36
	Total	473,52	2651,71
Agro-pecuária	Bovinos	258,12	1445,47
	Suínos	48,44	271,26
	Galináceos	44,80	250,88
	Total	351,36	1967,62
	Subprodutos animais	26,1	146,16
	Fermentos e leveduras	7,6	42,56
Indústria alimentar	Indústria do azeite	4,9	27,44
	Matadouros	4,5	25,20
	Cerveja	3,8	21,28
	Vinho	1,3	7,28
	Total	48,2	269,92
Todos	Total nacional	873,08	4889,25

A Tabela 3.11 representa o valor das tarifas energéticas obtidas pela produção de biogás nos diferentes tipos de resíduos ou efluentes. Verifica-se que as lamas de ETAR apresentam uma tarifa muito superior aos restantes países. Por outro lado, as tarifas de lamas de ETAR em Portugal (115 – 117€/GWh) são bastante superiores às tarifas aplicadas das mesmas lamas na Holanda (58€/GWh). Isto poderá traduzir-se num forte incentivo à valorização das lamas de ETAR em Portugal, cujo conceito de biogás está numa fase inicial face à situação vivida na Holanda.

Tabela 3.11 – Tarifas de venda energética a partir do biogás por tipo de resíduo ou efluente, em Portugal. Fonte: Jimeno (2017)

Tipo de resíduo/efluente	Valor da tarifa (€/MWh)
Lamas de ETAR	115 – 117 (DL 225/2007)
Unidades de pequena produção	85,5 (Port. 15/2005)
Aterros	102 – 104 (DL 225/2007)

A Figura 3.14-a representa as emissões anuais de metano totais e do setor da agricultura em Portugal. De acordo com a mesma figura verifica-se uma subida das emissões totais de metano até 2005, decrescendo posteriormente até 2010, mantendo as emissões agrícolas constantes ao longo dos mesmos anos.

Em relação à evolução do potencial de emissões dos dejetos dos diferentes animais pecuários (ver Figura 3.14-b), destacam-se os potenciais de emissões de metano para os bovinos e suínos devido à intensificação da produção de leite de bovinos e ainda às produções de carne de

bovinos e suínos. No entanto, verifica-se uma tendência decrescente no potencial de emissões de metano quer nos dejetos dos bovinos quer nos dejetos dos suínos.

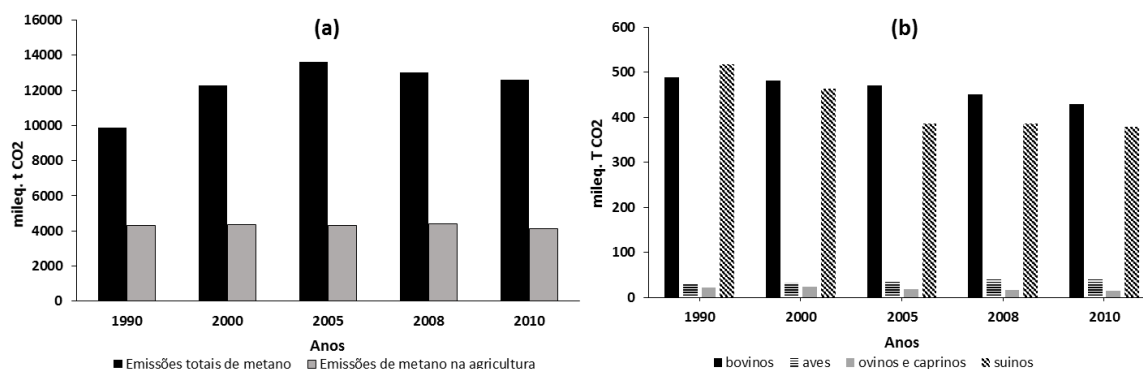


Figura 3.14- Emissões de metano totais e agrícolas (a) e potencial de produção de metano dos dejetos dos diferentes tipos de animais pecuários (b) em Portugal, para os anos 1990, 2000, 2005, 2008 e 2010 Adaptado de <http://world-statistics.org/index.php#indicators> e <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

A Figura 3.15 representa a evolução da produção de bovinos de leite e respetiva produção leiteira. Verifica-se que ambos os parâmetros não apresentam evoluções significativas ao longo dos anos. No entanto, comparando com a situação na Holanda (ver Figura 3.14), a média de produção de leite rondou as 50 t/km², enquanto que na Holanda a produção anual de leite atingiu as 700 t/km². Em Portugal, a media de produção de bovinos de leite não ultrapassou as 30 Cabeças Normais/km² (CN), enquanto que na Holanda, atingiu-se as 200 CN/km².

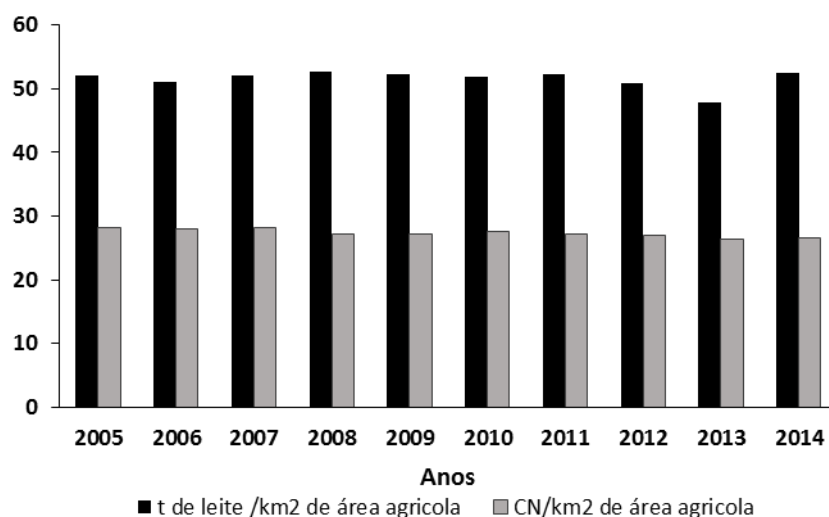


Figura 3.15- Produção de leite de vaca e bovinos de leite por unidade de área agrícola entre 2005 e 2014 em Portugal Adaptado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data> e <https://www.cia.gov/index.html>

A Tabela 3.12 representa a distribuição das CN de bovinos de leite e respetivas produções de efluentes em Portugal por NUTS II. Salientam-se as zonas do país com maiores produções como sendo o arquipélago dos açores, a região Norte e o Alentejo.

Tabela 3.12 – Produção de bovinos de leite e respetivos efluentes, por NUTS II, em Portugal, nos anos 2007, 2012 e 2017. Adaptado de INE (2018)

Regiões (NUTS II)	Bovinos de leite			Efluentes		
	(CN)			(m ³)		
	2007	2012	2017	2007	2012	2017
Norte	152000	140400	124800	2496600	2306070	2049840
Centro	82600	64000	57200	1356705	1051200	939510
Área metropolitana de Lisboa	18200	16400	21400	298935	269370	351495
Alentejo	111600	125000	160000	1833030	2053125	2628000
Algarve	0	0	0	0	0	0
Região Autónoma dos Açores	139600	139000	143600	2292930	2283075	2358630
Região Autónoma da Madeira	0	0	0	0	0	0
Total	504000	484800	507000	8278200	7962840	8327475

Limitações do setor do biogás em Portugal

Atualmente, a exploração do setor do biogás em Portugal ainda está aquém dos níveis dos restantes países da união europeia, devido a determinados condicionalismos. A nível económico, as tarifas energéticas são atualmente pagas pelo mercado grossista da energia e por consequência, os regimes de apoio por parte do governo foram extintos. Os projetos de produção de energia elétrica renovável estão sendo empurrados para um mercado marginal em que os preços têm sido historicamente tão baixos que impossibilitam a construção de instalações sob esse regime geral de remuneração. A implementação de instalações de tratamento e valorização de resíduos por biogás requerem equipamentos de alta tecnologia com altos custos de aquisição e manutenção. No entanto, em Portugal existe ainda uma falta de apoios financeiros por parte do estado neste tipo de instalações. A nível legislativo e atualmente em Portugal, o Decreto-Lei 231/2012 permite a injeção de gás de fontes não convencionais na rede de gás natural, desde que sejam garantidos os padrões de qualidade e segurança, bem como os procedimentos de licenciamento. No entanto, as normas e os procedimentos de licenciamento ainda não foram publicados na legislação portuguesa, pelo que ainda não é possível a injeção de biogás na rede de gás natural, o que é considerado um importante obstáculo ao desenvolvimento do sector do biogás no nosso país (Kampman *et al.*, 2016).

A digestão anaeróbia é um processo que só ganha estabilidade e rentabilidade se funcionar em regime centralizado e em codigestão. A adição de co-substratos funcionam como fonte nutritiva tornando-se benéfica para a atividade microbiana, melhorando o seu desempenho na produção de biogás e teor de metano (René *et al.*, 2009; Monteiro *et al.*, 2011).

3.4 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que quanto maior é o nível modernização da industrialização de um país, maior será a sua produção de resíduos e efluentes e ainda as emissões poluentes. Esta situação aliada a um clima apropriado à agricultura numa superfície agrícola útil reduzida e protegida, cria a necessidade de implementar medidas no sentido de tratar os resíduos resultantes da própria atividade económica. Além disso, a atividade industrial intensiva obriga a um elevado consumo energético, obrigando em alguns países a importar energia de países terceiros. Sendo assim, a valorização energética de resíduos e efluentes por biogás é uma solução bastante viável e interessante, que simultaneamente, reduz o nível de poluição ambiental como também a dependência energética externa.

Portugal, numa perspetiva global ainda não apresenta os padrões de produção industrial nem a de produção de resíduos e nem de produção energética da mesma forma que nos outros países analisados, tais como a Alemanha, a Dinamarca e Holanda. No entanto, apresenta zonas pontuais onde a poluição ambiental é uma realidade preocupante, nomeadamente nas zonas de Barcelos, Vila do Conde e Açores devido à produção pecuária. Torna-se oportuno desenvolver infraestruturas capazes de tratar os resíduos pecuários minimizando os seus impactos no meio ambiente.

4. APLICAÇÃO DE UM INQUÉRITO NA POPULAÇÃO DE BARCELOS E VISITANTES ACERCA DA PROBLEMÁTICA DA GESTÃO DE EFLUENTES AGROPECUÁRIOS

4.1 Introdução

A implementação de unidades de tratamento de resíduos e efluentes orgânicos por digestão anaeróbia reflete-se numa solução de compromisso com benefícios em três vertentes: ambiental, social e económica (ver Figura 4.1). A nível ambiental, a digestão anaeróbia permite a redução de emissões de gases poluentes, a preservação dos recursos naturais (água, solos e ar) e ainda constitui uma fonte de energia renovável devido à produção de metano. Numa perspetiva social reduz substancialmente o desconforto das populações, quer pela redução de maus cheiros, quer pela diminuição do risco de desenvolvimento de doenças. A nível económico, a valorização do biogás produzido converte-se numa fonte de receitas resultante da aplicação de tarifas de venda de energia e da venda ou reutilização da biomassa digerida com alto potencial fertilizante dos solos.

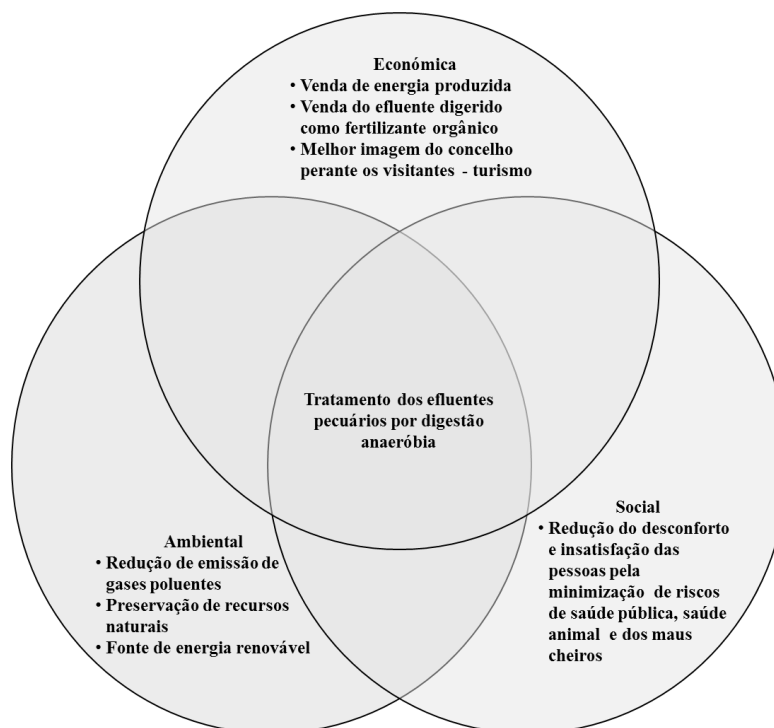


Figura 4.1 – Enquadramento da temática do “tratamento de efluentes pecuarios por digestão anaerobia”, segundo as suas componentes ambiental, social e económica

De acordo com o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), torna-se oportuno fomentar a participação da população na verificação da existência de problemas ambientais numa determinada área geográfica, nomeadamente através da utilização de inquéritos e da participação em eventos coletivos relacionados com os problemas ambientais identificados. Tal procedimento permite às entidades competentes apresentar com rigor um diagnóstico com a verdadeira dimensão do problema e propor soluções viáveis que minimizem o seu impacto negativo no meio ambiente.

Neste contexto, no presente estudo, elaborou-se um inquérito por questionário presencial (ver anexo 11.3), junto da população e visitantes do concelho de Barcelos, e no período de tempo compreendido entre 24 de março e 6 de maio de 2016. A realização do inquérito teve como objetivo avaliar de que forma a gestão dos efluentes das explorações bovinicultura leiteira constituem uma ameaça de poluição ao meio ambiente e ao conforto da população que de alguma forma convive com o manuseamento dos ditos efluentes e apresentar soluções viáveis que possam mitigar os efeitos nocivos do manuseamento dos efluentes das explorações leiteiras (ver Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Descrição das componentes do inquérito aplicados neste estudo no concelho de Barcelos

Componentes	Descrição
O quê?	Realização de um questionário de inquérito
Para quem?	600 pessoas, entre as quais moradores e visitantes
Onde?	Concelho de Barcelos
Quando?	De 24/03/2016 a 06/05/2016
Como?	Inquérito de resposta presencial
Porquê?	Conhecer o nível de insatisfação das pessoas acerca da poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira em Barcelos, assim como a sua visão do setor, hábitos de consumo energético e práticas de cultivo

4.2 Metodologia

A população do concelho de Barcelos é de aproximadamente 120000 habitantes. Sendo assim, definiu-se uma amostra de 600 pessoas para participação em inquérito por questionário (ver Anexo 11.3), amostra essa com um intervalo de confiança 99%.

O questionário foi respondido presencialmente junto das pessoas que direta ou indiretamente estão sujeitas aos efeitos negativos do manuseamento dos efluentes das explorações de bovinos de leite. Para angariação eficiente de inquiridos, optou-se por realizar os inquéritos nos seguintes locais do Concelho de Barcelos:

- Espaço dedicado à feira semanal no centro da cidade de Barcelos;

- Hipermercados e supermercados;
- Centro histórico de Barcelos;
- Proximidades de recintos religiosos;
- Minimercados, cafés e outros espaços comerciais em zonas rurais;
- Porta-a-porta em residências;
- Escolas;

O questionário foi respondido entre 24 de Março e 6 de Maio de 2016.

Não foram consideradas para este inquérito as pessoas com uma ou mais das seguintes características:

- Idade inferior a 18 anos
- Portadores de deficiência mental
- Estado aparente de embriaguez
- Estado emocional momentaneamente alterado

4.3 Descrição geral do questionário

O inquérito por questionário utilizado neste estudo é constituído por 3 páginas, 5 grupos de questões, num total de 31 questões. Na Figura 4.2, estão representados esquematicamente os conteúdos dos diferentes grupos de questões e a respetiva justificação e pertinência para a sua inclusão nos inquéritos.

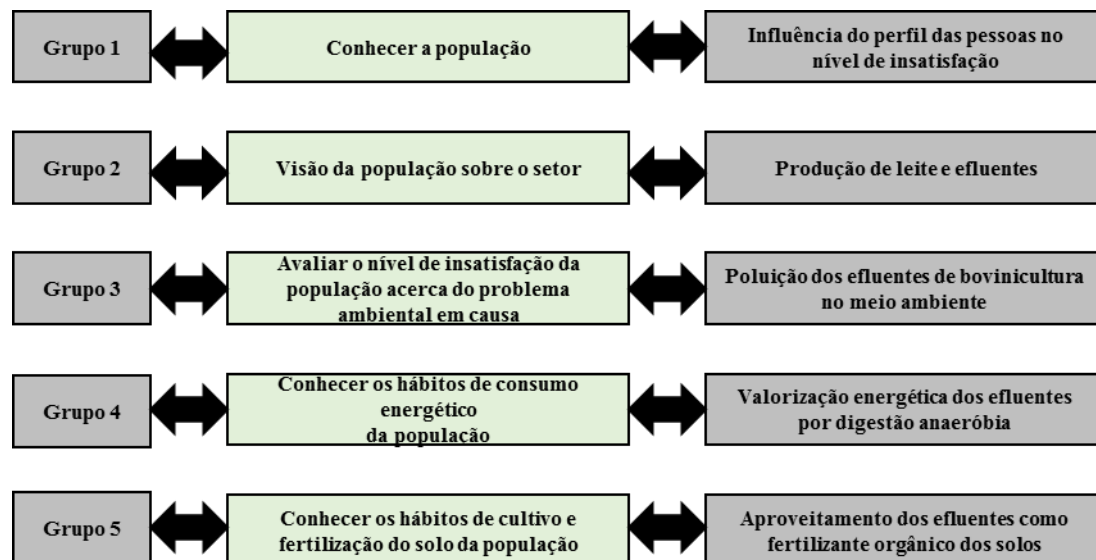


Figura 4.2 – Caracterização dos diferentes grupos de questões do inquérito estatístico e a sua respetiva justificação

O grupo 1 tem como objetivo a caracterização do perfil cada um dos inquiridos da amostra, no que concerne a género, idade, situação de residência, freguesia de residência, tempo de residência, situação profissional, ramo profissional, nível de habilitações literárias e ligação dos inquiridos ao setor de bovinicultura em Barcelos. Dessa forma obtém-se o perfil de cada um dos inquiridos de modo a conhecer um pouco melhor a população e visitantes do concelho de Barcelos.

O grupo 2 tem como função a avaliação da perceção de cada inquirido sobre o estado em que se encontra o setor da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos. Neste grupo de questões pretende-se saber a opinião dos inquiridos sobre a importância e o regime geral do setor leiteiro e sobre a qualidade e quantidade da área agrícola existente para se exercer este tipo de atividade económica. Com este grupo de questões é possível aferir do conhecimento e opinião geral de cada inquirido sobre a atualidade do setor leiteiro em Barcelos.

No grupo 3 são colocadas as questões relativas aos potenciais impactos causados pelos efluentes de bovinicultura leiteira no meio ambiente. A primeira questão deste grupo é de âmbito global na qual é atribuído um valor absoluto à opção de resposta por parte do inquirido. As restantes questões do grupo são de carácter específico onde a cada questão está associado um aspeto depreciativo específico relativamente à produção e gestão dos efluentes das vacarias, onde o inquirido manifesta por opção o seu grau de concordância. Para cada grau de concordância é atribuído um valor absoluto de modo a obter um somatório dos valores a todas as perguntas específicas, para no final obter o nível de insatisfação.

O grupo 4 refere-se aos hábitos de consumo energético do inquirido, com identificação do tamanho da habitação, nº de membros do agregado familiar, energia consumida no ato de cozinhar, climatização do lar, fontes de energia utilizada no local de trabalho assim como os valores médios mensais gastos em energia elétrica e gás no lar. Este grupo ainda aborda questões relacionadas com o tipo de energia usada no transporte do dia-a-dia dos inquiridos assim como a frequência utilização de transportes públicos. Com base nas informações recolhidas será possível saber quais as necessidades energéticas dos inquiridos de forma a orientar melhor a finalidade da produção de energia do biogás, seja para produção de energia elétrica, seja para injeção do biogás na rede de gás pública seja para o funcionamento dos transportes públicos.

O grupo 5 envolve questões relacionadas com as práticas agrícolas dos inquiridos, quer a nível de tipos de cultivo, área total dos cultivos bem como o tipo de fertilização e correção do solo que praticam. Este grupo de questões tem como finalidade conhecer as necessidades de fertilização das culturas detidas pelos inquiridos nas suas culturas de modo a melhor suportar a

decisão do destino dos efluentes digeridos ou envio dos mesmos para zonas carentes de fertilização externas ao concelho de Barcelos.

No âmbito do estudo realizou-se o cruzamento de dados entre o grupo 1 e o grupo 2, de modo a perceber a visão geral dos inquiridos sobre o setor de bovinicultura leiteira em Barcelos, segundo os parâmetros de caracterização do grupo 1. Foi igualmente efetuado o cruzamento de dados entre os grupos 1 e 3, de modo a comparar o nível de insatisfação dos inquiridos acerca do problema ambiental dos efluentes pecuários pelos diferentes parâmetros do grupo 1.

Nos tópicos seguintes será feita uma descrição detalhada de cada grupo e de cada questão presente no inquérito.

4.3.1 Grupo 1

O primeiro grupo do questionário elaborado neste estudo é constituído por 9 questões, as quais visam a caracterização dos inquiridos.

A questões 1.1 e 1.2 contemplam o género e a idade do inquirido, respetivamente.

A questão 1.3 refere-se à situação de residência do inquirido perante o concelho de Barcelos, a qual abrange 4 categorias distintas:

- Não residente – pessoas que não residiam no concelho de Barcelos, mas que por alguma razão frequentavam o concelho com permanência nunca superior a 1 dia.
- Residente permanente – pessoas que habitavam no concelho de Barcelos o ano todo.
- Residente de férias ou fins-de-semana – pessoas com residência no concelho de Barcelos apenas em períodos de férias ou fins-de-semana. Nesta categoria inserem-se, entre outros, os emigrantes e as pessoas que residem o resto do ano em território nacional, mas fora do concelho de Barcelos.
- Alojamento temporário – pessoas sem residência no concelho de Barcelos e que, à data da realização do inquérito, se encontravam alojadas no mesmo concelho em hotéis, pensões, casas de turismo, casas de amigos ou de familiares, com tempo de alojamento igual ou superior a uma noite. Foram ainda incluídos nesta categoria os caravanistas.

A questão 1.4 refere-se à freguesia de residência do inquirido e qual a margem do rio Cávado onde se insere, que pode ser margem Norte ou margem Sul. Nesta questão apenas estavam incluídos os residentes permanentes e os residentes de férias e fins-de-semana.

Com a realização da pergunta 1.5, pretendeu-se aferir da longevidade da permanência dos residentes permanentes e de férias ou fins-de-semana, no concelho de Barcelos.

A questão 1.6 abordou a situação profissional do inquirido, o qual se pode inserir em 7 categorias distintas:

- Empregado – trabalhadores por conta de outrem
- Empresário – trabalhadores por conta própria ou comerciantes com estabelecimento próprio de comércio de bens ou serviços
- Reformado/invalidez – foram incluídas neste grupo as pessoas que já cumpriram a sua vida profissional, que se encontravam de baixa médica ou que por algum motivo se tornaram profissionalmente inválidos.
- Desempregado – pessoa demitidas e /ou à procura emprego
- Emigrante – pessoas com o seu emprego no estrangeiro
- Doméstico - pessoa que apesar de não possuir emprego com salário, se dedica a tarefas domésticas da sua residência.
- Estudante – neste grupo foram inseridas duas tipologias: as pessoas que não trabalham e que estão ainda concluir os seus estudos e ainda pessoas que trabalham mas estão a frequentar cursos de pós-graduação, nomeadamente estudantes de mestrado, doutoramento e afins.

Com a pergunta 1.7, pretendeu-se conhecer qual a distribuição dos inquiridos em relação ao seu tipo de ramo profissional. Nesta questão apenas foram considerados os inquiridos com residência permanente e ao mesmo tempo com vida profissional ativa, nomeadamente, os empregados e os empresários. As respostas foram distribuídas por 7 tipos de ramos profissionais, considerados como os mais representativos da economia do concelho de Barcelos, nomeadamente:

- Agricultura – pessoas ligadas à agricultura de espaços verdes, ao ramo agropecuário e à silvicultura.
- Turismo e restauração – pessoas com emprego em instalações de alojamento pago (hotéis, pensões e casas de turismo) e pessoas que trabalhavam em restaurantes, pastelarias, cafés e bares.
- Comércio tradicional – indivíduos que trabalham em lojas comerciais e armazéns, quer no meio urbano, quer no meio rural
- Função pública
- Atividade fabril – indivíduos que desenvolvem a sua atividade profissional em instalações industriais.

- Construção – pessoas que trabalham no setor da construção civil, onde se incluem empreiteiros, operários de construção e funcionários de gabinetes de engenharia civil e arquitetura.
- Outros – indivíduos com emprego em supermercados de distribuição moderna, em empresas transportadoras de mercadorias e no setor de transportes públicos e prestadores de serviços no setor privado (médicos, advogados, contabilistas, limpezas e manutenções, etc.).

A questão 1.8 abordou o nível de habilitações literárias dos inquiridos com 6 níveis de escolaridade distintos, nomeadamente, analfabeto, ensino básico, ensino secundário, licenciado, mestrado e doutorado/pós-doc.

Com a pergunta 1.9 foi possível determinar a existência ou não de ligação de proximidade do inquirido ao setor de bovinicultura leiteira em Barcelos.

4.3.2 Grupo 2

O grupo 2 abarca o conhecimento dos inquiridos relativamente à situação atual do setor no referido concelho, sendo este grupo constituído por 4 questões.

A pergunta 2.1 teve como finalidade saber, de um modo geral, qual a perceção do inquirido quanto à intensidade atual do referido setor em Barcelos, podendo a resposta se enquadrar em 4 categorias distintas, nomeadamente, sem opinião, totalmente extensivo (animais criados em pastoreio), semi-intensivo (animais criados em parte o tempo em pastoreio e restante tempo em espaço fechado) ou intensivo (animais que passam toda a sua vida produtiva em espaço fechado).

A questão 2.2 permitia ao inquirido fazer a sua avaliação quanto ao grau de importância do setor leiteiro no concelho de Barcelos. A resposta dada pode ser uma das seguintes opções: sem opinião, pouco importante, importante, muito importante e essencial.

Na pergunta 2.3, solicitava-se ao inquirido se o concelho de Barcelos possui uma área agrícola significativa que permita o pleno funcionamento do setor leiteiro assim como a produção de forragens para alimentação dos respetivos animais. As categorias de resposta para esta questão foram: sem opinião, insuficiente, suficiente, bastante satisfatória e totalmente satisfatória.

A questão 2.4 permitiu saber qual a perceção do inquirido sobre a qualidade das áreas agrícolas em Barcelos, a sua aptidão atual para a atividade do setor leiteiro e respetiva produção de forragens de alimentação dos animais. As categorias de resposta são idênticas à questão 2.3

4.3.3 Grupo 3

O grupo 3 é composto por 6 questões. A primeira questão (3.1) é de âmbito geral e as restantes questões (3.2 a 3.6) são de âmbito específico (ver Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Caracterização das questões do grupo 3

Pergunta	Tipo	Descrição
3.1	Global	Impacto ambiental negativo do setor das vacarias de leite
3.2	Específica	Os efluentes das vacarias causam maus cheiros de origem orgânica
3.3	Específica	Os efluentes das vacarias contribuem para a poluição atmosférica
3.4	Específica	Os efluentes das vacarias reduzem a qualidade da água potável
3.5	Específica	Os efluentes das vacarias provocam doenças microbianas
3.6	Específica	Os efluentes das vacarias contaminam os solos

Este grupo de questões teve como objetivo calcular o nível de insatisfação dos inquiridos em relação ao manuseamento dos efluentes das explorações leiteiras em Barcelos e os respetivos efeitos nocivos que provocam no meio ambiente e no conforto das pessoas.

Na pergunta de âmbito geral era colocado o problema e o inquirido tinha 5 opções de resposta sendo que cada opção de resposta estava associado a um valor absoluto (0, 1, 2, 3 e 4). O valor da primeira pergunta foi registado individualmente (ver Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Esquematização das pontuações da questão global 3.1

3.1- A situação do impacto ambiental negativo do setor da bovinicultura leiteira em Barcelos é crítica									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

Nas restantes 5 questões específicas (3.1 a 3.6), somam-se os valores correspondentes às respostas dadas (0, 1, 2, 3 e 4) pelo inquirido, tal como é esquematizado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Esquematização das pontuações das questões específicas 3.2., 3.3., 3.4, 3.5 e 3.6

3.2 – Os dejetos da bovinicultura leiteira em Barcelos são, de um modo geral, responsáveis pelos maus cheiros de origem orgânica.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4
3.3 – Os dejetos da bovinicultura leiteira em Barcelos, de um modo geral, contribuem para o aumento de emissões de gases poluentes.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4
3.4 - A má gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira tem conduzido, de um modo geral, à redução da qualidade da água potável.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4
3.5 - A má gestão dos efluentes pecuários provoca riscos de desenvolvimento de doenças microbianas na população humana e nos animais.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4
3.6 – A má gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos é, de um modo geral, responsável pela poluição dos solos.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4
Total	0	0 a 5	5	5 a 10	10	10 a 15	15	15 a 20	20

Posteriormente foi feito um cruzamento de médias do nível de insatisfação dos inquiridos com todos os parâmetros de caracterização obtidos nas questões do grupo 1. Pretendeu-se avaliar se os níveis de insatisfação dos inquiridos era influenciável ou não de acordo com o seu género, idade, margem do rio Cávado onde reside, tempo já residido, situação profissional, ramo profissional, habilitações literárias e existência de ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura leiteira em Barcelos. Para o efeito, fez-se uma análise de variância unidirecional e um teste de Tukey das médias obtidas dos níveis de insatisfação dos inquiridos no *software* estatístico SPSS 22. Adicionalmente realizou-se um cruzamento de médias tanto das respostas à pergunta global, assim como às perguntas específicas com base em tabelas dinâmicas em Excel 2013 nas quais se cruzaram os níveis de insatisfação dos inquiridos com os diferentes parâmetros do eu perfil, de modo a analisar em que aspetos específicos os inquiridos se demonstraram mais insatisfeitos.

Esta metodologia pretende identificar que tipo de pessoas serão mais afetadas com o problema ambiental em causa, além de verificar se o mesmo é sentido com maior intensidade em alguma das margens do rio Cávado. Mediante os resultados torna-se possível avaliar o ponto de vista das pessoas acerca do problema da produção e gestão dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

4.3.4 Grupo 4

No grupo 4 pretendia-se conhecer quais os hábitos de consumo energético dos inquiridos assim como a sua relação com os transportes públicos. Este grupo é composto no total por 10 questões e é válido apenas para inquiridos residentes permanentes ou de férias e fins-de-semana.

Na questão 4.1 pretendeu-se saber qual o tamanho da residência dos inquiridos, cujas respostas podem ir desde o tamanho T0 até tamanho maior do que T5.

A pergunta 4.2 permitiu dar a conhecer o tamanho do agregado familiar, de modo a se poder saber quantas pessoas vivem e consomem energia na residência do inquirido.

A questão 4.3 permitiu saber aproximadamente qual o valor total mensal do consumo de eletricidade no respetivo lar. As respostas dividiam-se em 5 escalões.

Na pergunta 4.4 tencionou-se saber qual o valor total mensal do consumo de gás no lar, quer seja de botija quer seja de gás natural, sendo que esta pergunta apenas era válida se existisse pelo menos uma das duas formas gás como fonte de energia no lar. As respostas estão divididas em 5 escalões.

A questão 4.5 tinha como objetivo conhecer quais as fontes de energia existentes na residência do inquirido para cozinhar. As respostas podiam dividir-se em 4 categorias distintas, nomeadamente, energia elétrica, lenha/carvão, gás de botija ou gás natural. É de salientar que nesta questão, o inquirido podia optar por dar mais do que uma resposta.

Na pergunta 4.6 tencionava-se saber quais as fontes de energia existentes na residência do inquirido para climatização e aquecimento de água canalizada. Neste caso, o inquirido tinha várias opções de resposta, tais como, elétrica, gásóleo/gás de botija, biomassa, solar térmica e gás natural. O gásóleo e o gás de botija foram considerados como uma única categoria de resposta dado a que ambas as fontes de energia são considerados como combustíveis fósseis. Novamente é de referir que nesta pergunta, o inquirido podia dar mais do que uma opção de resposta.

As perguntas 4.7 e 4.8 referiam-se à frequência e distância média em cada viagem respetivamente, que cada inquirido exercia nos transportes públicos. Nestas duas questões tencionava-se saber se os inquiridos utilizavam ou não de forma intensiva os transportes públicos e se tinham tendência a utilizarem os mesmos dentro do concelho de Barcelos ou em viagens de longa distância que implicassem destinos externos ao referido concelho. Como transportes públicos consideraram-se os autocarros, táxis e comboio.

A questão 4.9 tinha como objetivo conhecer quais as fontes de energia que os inquiridos adotavam no seu transporte do dia-a-dia. Nesta questão as hipóteses de resposta são as seguintes:

- Energia elétrica – aqui consideraram-se os automóveis elétricos, velocípedes elétricos e ainda scooters elétricas de 4 rodas motrizes destinados a pessoas com mobilidade reduzida.
- Energia fóssil – aqui consideraram-se todos os veículos de motor de combustão interna alimentados por combustíveis fósseis – gasolina, gasóleo e GPL
- Tração humana – aqui consideraram-se os velocípedes movidos a pedais assim como o ato de andar a pé.

Nesta questão não foram considerados os veículos de tração animal, por terem um peso quase nulo no concelho de Barcelos. É de salientar que nesta questão aos inquiridos era facultada mais do que uma opção de resposta.

Na pergunta 4.10 pretendeu-se saber quais as fontes de energia que os inquiridos consomem no seu local de emprego ou escola. Nesta questão os inquiridos tinham 6 opções de resposta, nomeadamente:

- Nenhuma - todas pessoas cujo emprego envolvia apenas atividade física, como por exemplo, profissionais que executavam pequenos trabalhos na agricultura sem recurso a máquinas.
- Elétrica - pessoas que consumiam eletricidade na sua atividade profissional
- Fóssil – empregos que implicassem utilização frequente de veículos de motor de combustão, utilização de gás de botija na preparação de alimentos, instalações que dispõem de climatização alimentadas por combustíveis fósseis e ainda instalações equipadas com geradores de energia elétricas alimentados a combustíveis fósseis.
- Biomassa – instalações profissionais com climatização e aquecimento de água canalizada a biomassa
- Solar térmica – instalações com aquecimento central e água canalizada alimentadas com painéis solares térmicos e ainda instalações agrícolas de culturas abrigadas (estufas)
- Gás natural – instalações que implicassem a utilização de gás natural na preparação de alimentos, assim como climatização e aquecimento de água canalizada a gás natural.

Contudo nesta questão, além dos inquiridos pudessem dar mais do que uma opção de resposta, a mesma questão só era dirigida única e exclusivamente aos residentes permanentes, uma vez que os restantes inquiridos não estudavam nem trabalhavam no concelho de Barcelos.

Em suma, o grupo 4 teve como objetivo dar a conhecer a dimensão das necessidades, preferências e custos médios mensais dos inquiridos relacionados com a energia para posteriormente suportar a seleção do melhor destino energético final do biogás, nomeadamente para a produção de energia elétrica, para a purificação e injeção do biogás na rede de gás pública ou ainda para a utilização de biogás na alimentação dos transportes públicos.

4.3.5 Grupo 5

O grupo 5 é composto por 4 questões, nas quais se dá a conhecer os hábitos de práticas agrícolas dos inquiridos da amostra.

Na questão 5.1, tencionava-se saber qual a proporção de inquiridos cultivadores face aos não cultivadores. Foram considerados cultivadores, todas os inquiridos que dispunham de local próprio ou alugado onde produzissem os seus bens vegetais para consumo próprio ou para venda. Como não-cultivadores foram considerados aqueles inquiridos que não dispunham de terrenos cultivados ou possuísem terrenos mas que estes se encontrassem arrendados a outras entidades.

A pergunta 5.2 tinha como finalidade saber que tipo de cultivos é que os inquiridos exerciam, nomeadamente:

- Jardinagem – aqui consideraram-se relvados e zonas floridas
- Cereais – aqui englobaram-se culturas de sequeiro, milho grão e forragens para alimentação de animais
- Vinha – áreas dedicadas à vinificação
- Hortofrutícolas – aqui englobaram-se a produção de frutos e produtos hortícolas
- Outras – nesta categoria considerou-se a produção florestal

Na questão 5.3, tencionava-se conhecer qual a dimensão total aproximada das áreas de cultivo de cada inquirido.

A pergunta 5.4 tinha como objetivo averiguar qual a preferência dos inquiridos em relação aos hábitos de fertilização ou correção dos solos, que podia ser:

- Sintética - recurso a adubos e corretivos sintéticos

- Biológica - aqui considerou-se a prática de compostagem de resíduos hortícolas, domésticos e estrume de animais, além de aplicação de fertilizantes biológicos embalados.
- Mista – aplicação de uma parte de fertilização/correção sintética e a restante biológica

Em síntese, com o grupo 5 pretende-se através das áreas agrícolas, tipo de culturas e fertilização e correção dos solos, conhecer qual a dimensão da necessidade e o destino a dar aos efluentes após a digestão anaeróbia, se consumidos pelos agricultores no próprio concelho quer na forma bruta ou processada e embalada, ou se para envio para zonas carentes de fertilização fora do concelho de Barcelos.

4.4 Resultados

4.4.1 Caracterização dos inquiridos envolvidos na amostra

De acordo com a Figura 4.3, não se registaram diferenças significativas nas percentagens de inquiridos por género, sendo que 49,5% dos inquiridos da amostra eram do género masculino e os restantes 50,5% do género feminino.

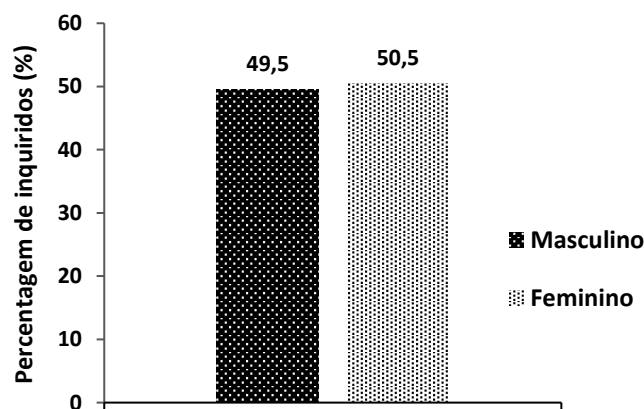


Figura 4.3 – Percentagem de inquiridos da amostra, de acordo com o seu género.

Em relação à distribuição dos inquiridos da amostra por idades (ver Figura 4.4), verificou-se que a faixa etária com mais taxa de participação é a correspondente à de 36-50, com 40,2% dos inquiridos, seguida pela faixa 18-35 anos com 32,7%. A menor participação diz respeito à faixa etária 51 e 65 anos (8%).

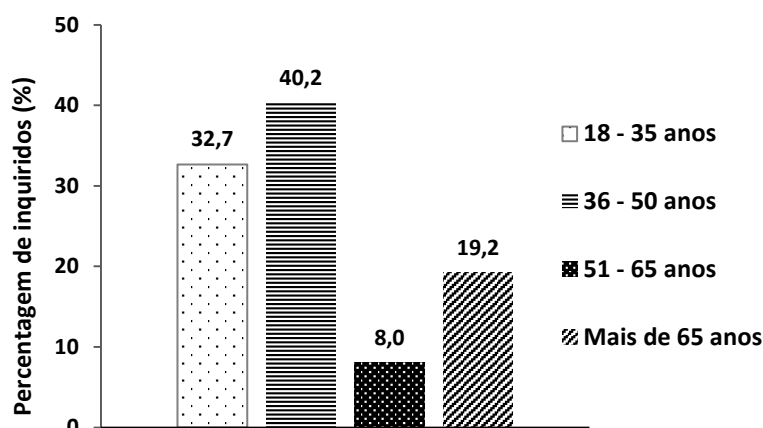


Figura 4.4 - Distribuição dos inquiridos da amostra, por respetivo escalão etário

A Figura 4.5 representa a distribuição dos inquiridos de acordo com a sua situação de residência perante o concelho de Barcelos, sendo possível verificar que a maioria dos inquiridos eram residentes permanentes, representando 59,3% do total da amostra de inquiridos. Apenas 16,5% dos inquiridos eram residentes de férias e fins-de-semana, incluindo-se os restantes na categoria de alojamento temporário e não residentes.

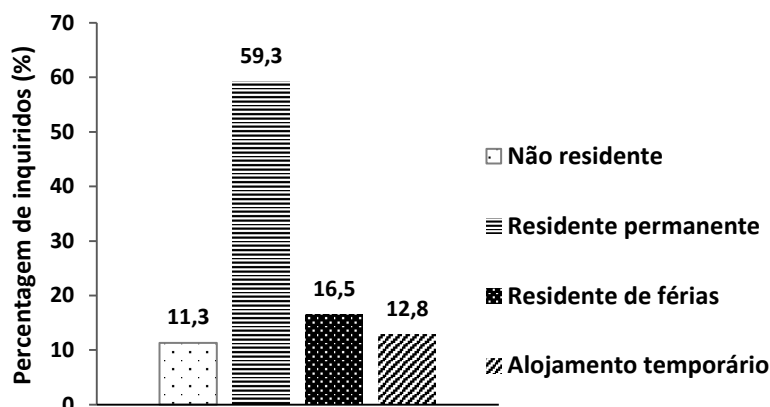


Figura 4.5 - Caracterização da situação de residência dos inquiridos perante o concelho de Barcelos

Em relação à localização da residência dos inquiridos nas margens do rio Cávado (ver Figura 4.6), a maioria dos inquiridos residentes reside na margem Norte, representando 54,1% dos inquiridos residentes.

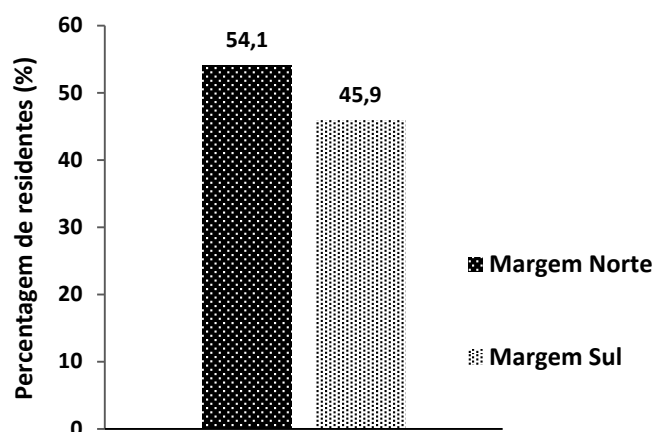


Figura 4.6 - Localização da residência dos inquiridos de acordo com as margens do Rio Cávado

A Figura 4.7 mostra o resultado da distribuição dos residentes, de acordo com o seu tempo já vivido no concelho de Barcelos tendo-se verificado que 73% dos residentes inquiridos já residiam no referido concelho há mais de 15 anos. Novos residentes no Concelho, com tempo de residência inferior a 5 anos, é de apenas 8,1%. Ressalta destes valores a capacidade de atratividade do concelho com a fixação de uma maioria significativa da população inquirida.

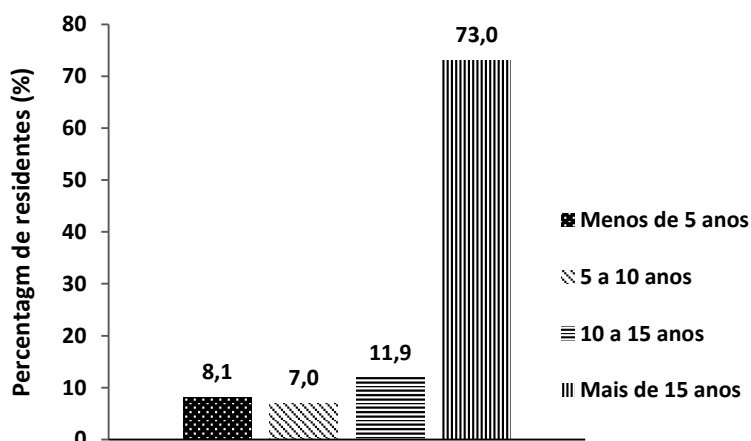


Figura 4.7 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com o tempo já vivido no concelho de Barcelos

Em relação à situação profissional dos inquiridos da amostra (ver Figura 4.8), verificou-se que 57% dos inquiridos apresenta situação profissional ativa, dos quais 24,7% sendo funcionários por conta de outrem, 22,3 % empresários ou trabalhadores independentes e 10% com atividade laboral no estrangeiro. Da fração correspondente aos profissionais inativos, 15,3% são reformados, 8,3% desempregados, e os restantes divididos pelas categorias de domésticos e estudantes.

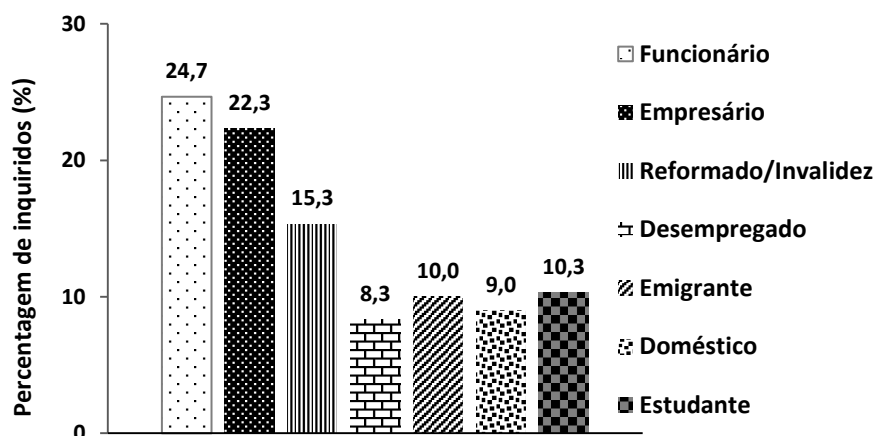


Figura 4.8 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com a sua respetiva situação profissional

A Figura 4.9 representa a distribuição da situação profissional dos inquiridos apenas com residência permanente. Segundo a mesma figura, 41,6% dos residentes encontravam-se profissionalmente ativos, sendo 21,3% empregados por conta de outrem e 21,3% empresários ou trabalhadores independentes. Dos restantes 58,4% da população residente permanente e profissionalmente inativa, 18% eram reformados, 14% eram desempregados, 15,2% eram domésticos e 10,1% eram estudantes.

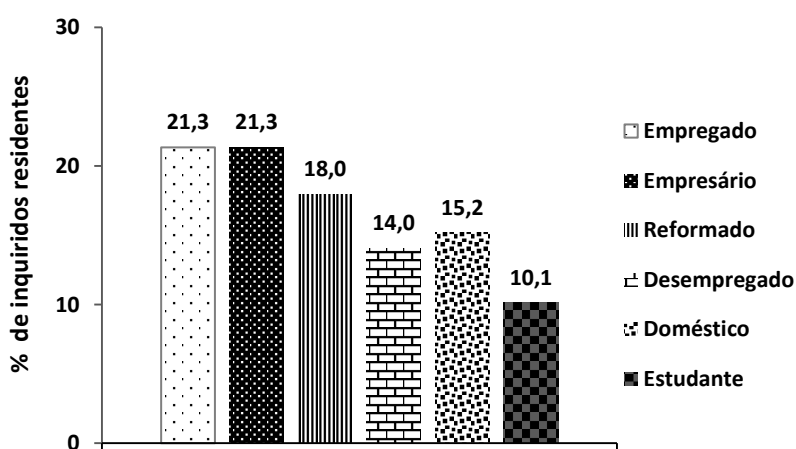


Figura 4.9 - Distribuição dos inquiridos residentes permanentes da amostra de acordo com a sua situação profissional

A Figura 4.10 representa a distribuição dos inquiridos residentes permanentes com situação profissional ativa (empregados por conta de outrem e empresários ou trabalhadores independentes) de acordo com o seu ramo profissional. Analisando a referida figura, o ramo profissional que mais inquiridos emprega corresponde ao turismo e restauração representando 29,6% dos inquiridos residentes permanentes e profissionalmente ativos. Segue-se o ramo da agricultura com uma taxa de empregabilidade de 21,1%. O comércio tradicional e a atividade fabril/industrial apresentam níveis de empregabilidade similares (14,5% e 15,8%,

respetivamente). A construção civil e o sector público contribuem de forma pouco significativa para a empregabilidade com taxas inferiores a 10%.

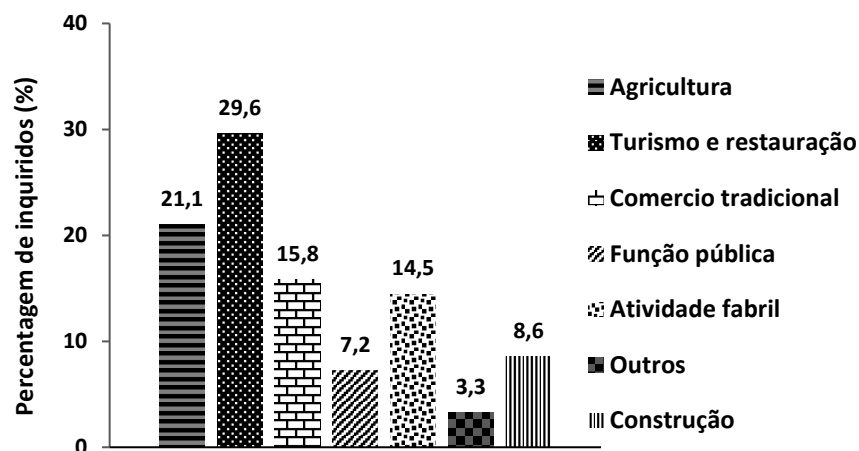


Figura 4.10 - Distribuição dos inquiridos residentes permanentes com emprego no concelho de Barcelos, de acordo com o seu ramo profissional

Em relação à distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com o seu nível de habilitações literárias (ver Figura 4.11), verificou-se que a maioria dos inquiridos tinham concluído o ensino básico e o ensino secundário, representados por 39,5% e 36,7% respetivamente. Ainda de acordo com a mesma figura, apenas 16,5% dos inquiridos possuem licenciatura concluída, 4,7% apresentam grau de doutoramento e pós doutoramento, e 2,3% dos inquiridos são titulares de grau de mestrado. De referir que apenas 0,3% dos inquiridos são analfabetos.

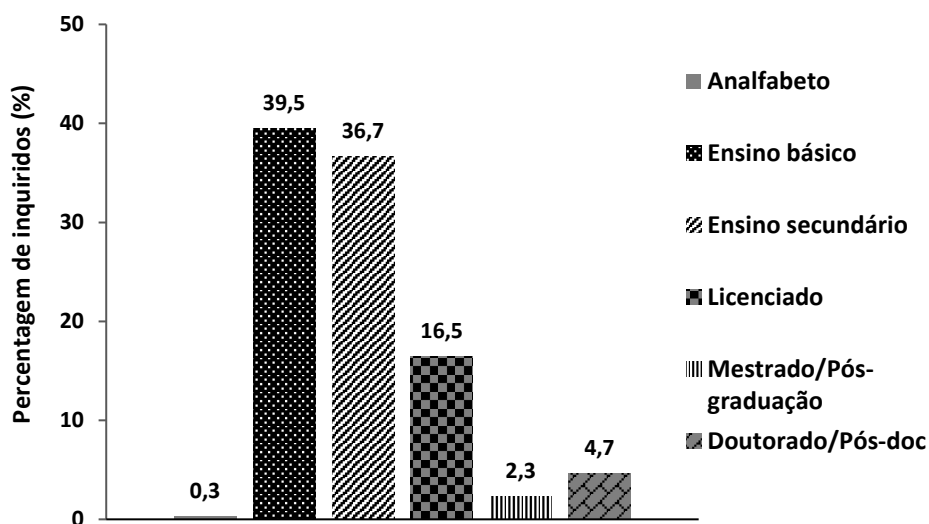


Figura 4.11 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com os seus respetivos níveis de habilitações literárias

A Figura 4.12 representa a ligação dos inquiridos da amostra com o setor da bovinicultura leiteira em Barcelos, em que se pode observar que 65% dos inquiridos não apresentam qualquer

ligação com o referido setor e apenas 35% dos inquiridos estão direta ou indiretamente relacionados com o setor leiteiro.

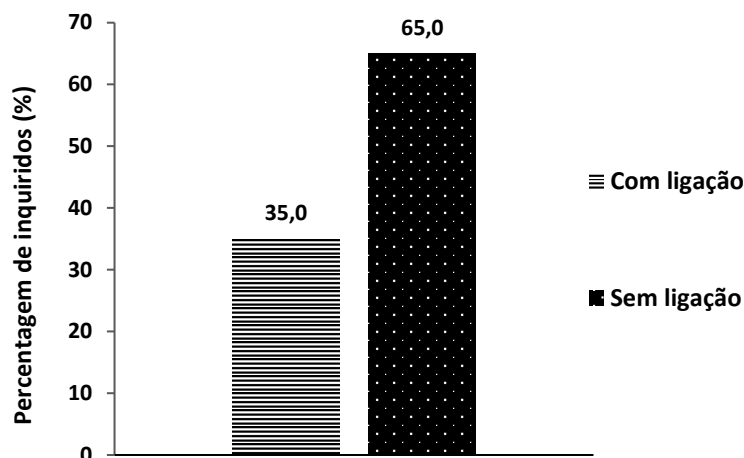


Figura 4.12 - Distribuição dos inquiridos da amostra de acordo com a sua ligação ao setor da bovinicultura leiteira em Barcelos

4.4.2 Visão dos inquiridos sobre a atualidade do setor de bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

A Figura 4.13 representa a distribuição das opiniões dos inquiridos acerca da intensidade do setor de bovinicultura leiteira em Barcelos, onde 60,2% dos inquiridos têm a perceção de que o referido setor é de um modo geral intensivo. No entanto, 35,3% dos inquiridos acharam que o setor leiteiro é semi-intensivo e apenas 0,3% afirmaram que este setor é totalmente extensivo. Contudo, 4,3% dos inquiridos não tinham opinião concreta sobre o assunto.

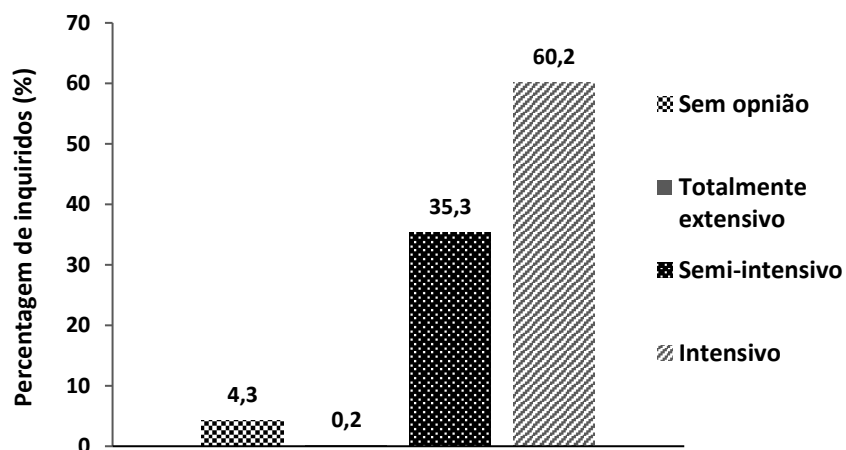


Figura 4.13 - Opinião dos inquiridos da amostra acerca da intensidade do setor leiteiro a nível global no concelho de Barcelos

Em relação à importância do setor leiteiro no concelho de Barcelos (ver Figura 4.14), a importância do mesmo é reconhecida por mais de 90% dos inquiridos. Apenas 3,8% dos

inquiridos acharam o setor leiteiro pouco importante e 1,2% não emitiram opinião sobre o assunto.

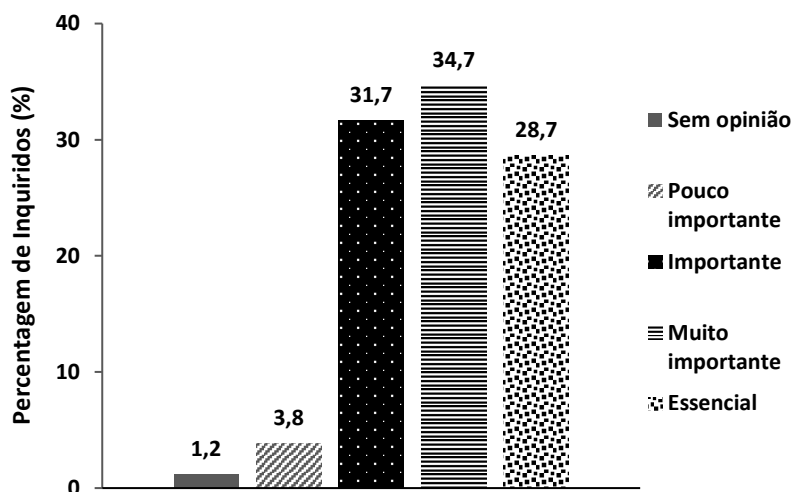


Figura 4.14 - Opinião dos inquiridos acerca da importância do setor de bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Na Figura 4.15 está representada a distribuição das opiniões dos inquiridos acerca da quantidade das áreas agrícolas para a prática da bovinicultura leiteira e produção de forragens para alimentação dos animais. Pela análise, verificou-se que 37,2% dos inquiridos acharam que a quantidade das áreas agrícolas é bastante satisfatória para o setor em causa e apenas 11% acharam que a quantidade é totalmente satisfatória. No entanto, 34% dos inquiridos manifesta a opinião de que as áreas são suficientes e 4,8% dos inquiridos acharam que as áreas agrícolas são insuficientes. Apenas 12,5% dos inquiridos não manifestaram a opinião sobre o assunto em causa.

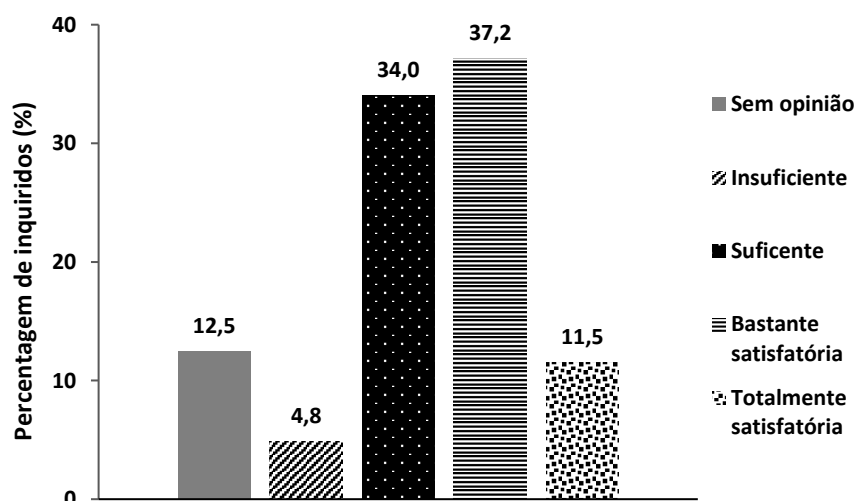


Figura 4.15 - Opinião dos inquiridos sobre a quantidade das áreas agrícolas para a prática de bovinicultura leiteira e produção de forragens no concelho de Barcelos

Em contrapartida, analisando a opinião dos inquiridos em relação à qualidade das mesmas áreas agrícolas (ver Figura 4.16), verifica-se que 30,3% dos inquiridos não têm opinião sobre o assunto. Apenas 13% dos inquiridos acharam a qualidade das áreas agrícolas bastante satisfatória e 5,5% afirmavam que as ditas áreas eram totalmente satisfatórias. É de referir que 20,3% dos inquiridos acharam a qualidade das áreas agrícolas insuficiente e 30,8% acharam suficiente.

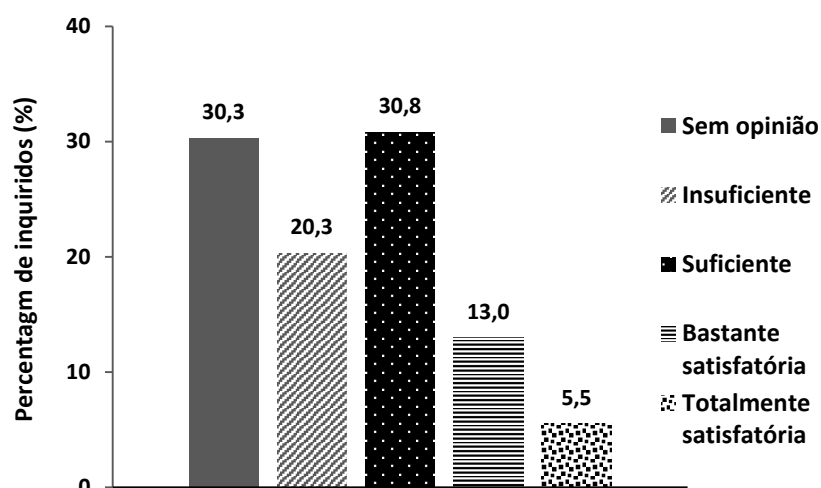


Figura 4.16 – Opinião dos inquiridos sobre a qualidade das áreas agrícolas para a prática de bovinicultura leiteira e produção de forragens no concelho de Barcelos

4.4.3 Nível de insatisfação dos inquiridos acerca da poluição dos efluentes de origem da bovinicultura leiteira, no meio ambiente, no concelho de Barcelos

Pontuações globais

A Tabela 4.5 representa as médias globais das pontuações das respostas à pergunta global e perguntas específicas das 600 pessoas que responderam ao inquérito. De acordo com a mesma tabela, verificou-se que a questão 3.6 relativa à poluição dos solos causada pelo manuseamento dos efluentes das vacarias foi a que obteve pontuação mais elevada.

Tabela 4.5 – Resultado global das médias das pontuações das questões do grupo 3

Pergunta global		Perguntas específicas					Total
Perguntas	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	Específicas
Pontuações	(0 – 4)	(0 – 4)	(0 – 4)	(0 – 4)	(0 – 4)	(0 – 4)	(0 – 20)
Médias	2,95	3,05	2,72	2,79	2,82	3,14	14,97

Nos tópicos seguintes são elaborados estudos das relações das pontuações entre o nível de insatisfação e os fatores relativos à caracterização da população de acordo com o levantamento feito no Grupo 1 do inquérito.

1 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Género”

Pretendeu-se averiguar se o género das pessoas influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação derivado do manuseamento dos efluentes das vacarias. Segundo a Tabela 4.6, considerou-se como hipótese nula que o fator género não faria qualquer influência nas respostas dadas.

Tabela 4.6 – Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Género”

H ₀	H ₁
O género dos inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	O género dos inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Realizou-se uma análise de variância unidirecional às médias das respostas dadas e verificou-se um valor de significância superior a 0,05 (ver Tabela 4.7). Atendendo a que são necessárias pelo menos 3 categorias de resposta para a realização do teste de Tukey, neste caso só havia 2 categorias de resposta possíveis para o género, logo o mesmo teste não foi realizado. Concluiu-se então que a variável género não influenciou significativamente as respostas dadas pelos inquiridos, o que permitiu aceitar a hipótese nula.

Tabela 4.7 – Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Género” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Género					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	11,792	1	11,792	1,058	,304
Nos grupos	6664,006	598	11,144		
Total	6675,798	599			

Adicionalmente, realizou-se a comparação das médias da pergunta global e perguntas específicas, entre ambos os géneros de pessoas (ver Tabela 4.8). O género masculino mostrou-se ligeiramente mais descontente com o problema ambiental do que o género feminino, com um somatório de pontuações específicas de 14,77/20 e 14,45/20 respetivamente. Ambos os

géneros focaram mais a sua insatisfação na questão da poluição dos solos, assim como demonstraram menos insatisfação na emissão de gases poluentes.

Tabela 4.8 – Análise por tabela dinâmica Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Género” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Género			Média das pontuações (0 a 4)	
Tipo	Perguntas	Tópicos	Masculino	Feminino
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,99	2,92
	3.2	Produce maus cheiros	3,03	3,08
	3.3	Emissão de gases poluentes	2,77	2,67
Específicas	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,85	2,72
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,84	2,80
	3.6	Maior poluição dos solos	3,17	3,12
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			14,77	14,45

Diagnostico: hipótese nula aceite.

2 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Escala etária”

Foi verificado se o escalão etário das pessoas inquiridas influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu descontentamento decorrente do problema ambiental em estudo. De acordo com a Tabela 4.9, considerou-se como hipótese nula que o fator escalão etário não faria qualquer influência nas respostas dadas.

Tabela 4.9 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Escala etária”

H ₀	H ₁
O escalão etário dos inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	O escalão etário dos inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Segundo uma análise de variância unidirecional às médias das respostas dadas (ver Tabela 4.10), não se verificou diferenças significativas nas mesmas para os diferentes escalões etários, do ponto de vista global, uma vez que o nível de significância foi superior a 0,05.

Tabela 4.10 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Escalão etário” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Escalão etário					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	84,282	3	28,094	2,540	,056
Nos grupos	6591,517	596	11,060		
Total	6675,798	599			

Contudo, ao realizar um teste Tukey de diferença entre médias de respostas por diferentes combinações de pares de escalões etários (ver Anexo 11.4), verificaram-se diferenças significativas entre as médias das respostas dos inquiridos mais jovens e os inquiridos mais idosos. Por essa razão, rejeitou-se a hipótese nula, registando-se diferenças significativas entre alguns escalões etários.

Elaborou-se uma tabela dinâmica em Excel, cruzando as médias de todas as pontuações das respostas às perguntas do grupo 3 e da do nível de insatisfação das pessoas com os escalões etários (ver Tabela 4.11). Com base na mesma, analisaram-se as médias obtidas na pergunta geral e verificou-se que a média mais elevada da pontuação da pergunta global correspondia às pessoas na faixa etária entre 51 e 65 anos de idade com 3,13/4 face aos inquiridos com mais de 65 anos com 2,72/100. Todavia, a média do nível de insatisfação das pessoas é inversamente proporcional ao avanço da idade. Os inquiridos mais jovens apresentaram um nível de insatisfação de 15,07/20 e os inquiridos mais idosos um nível de insatisfação de 14,03/20. Tal situação sugere que, além de, com o avançar da idade, poder haver um certo efeito acomodação das pessoas com o problema ambiental em estudo, os inquiridos mais jovens demonstraram um maior grau de sensibilização e preocupação para as questões ambientais.

Todos os escalões etários focaram mais a sua insatisfação na questão da poluição dos solos. Os inquiridos com idade entre 18 e 35 anos e os inquiridos com idade entre 35 e 50 anos focaram-se menos na questão dos gases poluentes, com pontuações de 2,81/4 e 2,73/4 respetivamente. Os inquiridos com idades compreendidas entre 51 e 65 anos não valorizaram tanto o aumento de risco de desenvolvimento de doenças, enquanto que os mais idosos tendem a desvalorizar os impactos relativos aos gases poluentes. A produção de maus cheiros foi o segundo impacto negativo mais abordado por todos os escalões etários da amostra.

Tabela 4.11 - Análise por tabela dinâmica Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Escala etária” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ↔ Escala etária			Média das pontuações (0 a 4)			
Tipo	Perguntas	Tópicos	18 a 35 anos	36 a 50 anos	51 a 65 anos	Mais de 65 anos
Global	3.1	Impacto ambiental negativo	3,04	2,96	3,13	2,72
Específicas	3.2	Produz maus cheiros	3,17	3,01	3,04	2,94
	3.3	Emissão de gases poluentes	2,81	2,73	2,71	2,57
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,86	2,78	2,77	2,68
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,92	2,83	2,67	2,69
	3.6	Maior poluição dos solos	3,21	3,11	3,25	3,04
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			15,07	14,55	14,44	14,03

Diagnostico: hipótese nula rejeitada

3 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Situação de residência”

Pretendeu-se verificar se a situação de residência das pessoas perante o concelho de Barcelos influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação derivado da produção e gestão dos efluentes das vacarias no mesmo concelho. Considerou-se como hipótese nula que a situação de residência não faria qualquer influência nas respostas dadas pelas pessoas (ver Tabela 4.12).

Tabela 4.12 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Situação de residência”

H ₀	H ₁
A situação de residência dos inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	A situação de residência dos inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Assim sendo, em SPSS, através de uma análise de variância unidirecional das médias das respostas dadas (ver Tabela 4.13), verificou-se que o grau de significância era inferior a 0,05, concluindo que a situação de residência é um fator que influencia significativamente o nível de insatisfação das pessoas em relação ao problema ambiental em estudo.

Tabela 4.13 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável "Situação de residência" em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Situação de residência					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	126,566	3	42,189	3,839	,010
Nos grupos	6549,233	596	10,989		
Total	6675,798	599			

De acordo com o teste Tukey em SPSS (ver Anexo 11.4), verificou-se que as diferenças entre médias dos níveis de insatisfação eram mais significativas entre os residentes permanentes e os inquiridos com alojamento temporário, seguidos pelas diferenças entre os residentes permanentes e os residentes em períodos de férias/fins-de-semana. Esta situação sugere estar relacionada com a eventual imagem negativa que o manejo e produção dos efluentes confere ao concelho e que é de forma mais marcante que era sentida pelos visitantes alojados em instalações hoteleiras e pelos residentes que vivem grande parte do ano fora do concelho mas que regressam às suas residências nos seus períodos de descanso (férias e fins de semana).

Fez-se numa tabela dinâmica em Excel com um cruzamento entre as médias das respostas de todas as perguntas do grupo 3 e dos níveis totais de insatisfação das pessoas com as diferentes situações de residência (ver Tabela 4.14). A média da pontuação mais elevada na pergunta global foi das pessoas alojadas temporariamente com 3,19/4 e a média mais baixa correspondente aos residentes permanentes com um valor de 2,87/4. Quanto à média dos níveis de insatisfação das pessoas, verificou-se igualmente que a média mais elevada correspondia aos inquiridos alojados temporariamente com um valor de 15,77/20, face aos residentes permanentes, cuja média de insatisfação é a mais baixa de todas com um valor de 14,4/20.

Tanto os inquiridos não-residentes como os alojados temporariamente foram considerados pertencentes ao grupo dos visitantes. Contudo, a média do nível de insatisfação dos não-residentes era significativamente mais baixa comparando com os inquiridos de alojamento temporário. Tal situação poderá estar relacionada com o facto de que a maioria dos não residentes, correspondem a estafetas e vendedores ou pessoas que estavam de visita a Barcelos

apenas de passagem, não implicando a permanência por um período de tempo suficiente para estarem totalmente a par do problema ambiental no concelho.

Os inquiridos residentes permanentes foram os que apresentaram média mais baixa de níveis de insatisfação, face aos residentes em períodos de férias e fins-de-semana. Tal facto sugere estar relacionado com um eventual efeito de acomodação dos residentes permanentes com o problema ambiental em causa durante todo o ano.

Tanto os não-residentes, como os residentes de férias/fins-de-semana e ainda os inquiridos alojados temporariamente focaram mais a sua insatisfação na questão da poluição dos solos e demonstraram menor insatisfação na questão das emissões de gases poluentes. Esta situação pode estar relacionada com o facto de que a qualidade dos solos é o principal fator do qual depende o setor agropecuário, devido à produção de forragens para alimentação dos animais. Os residentes permanentes focaram mais a produção dos maus cheiros em detrimento da diminuição da qualidade da água potável.

Tabela 4.14 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Situação de residência” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Situação de residência			Média das pontuações (0 a 4)			
Tipo	Perguntas	Tópicos	Não residente	Residente permanente	Residente de férias/ F.D.S.	Alojamento temporário
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,90	2,87	3,02	3,19
	3.2	Produz maus cheiros	3,02	3,09	3,01	3,25
	3.3	Emissão de gases poluentes	2,68	2,74	2,70	2,94
Específicas	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,75	2,66	2,78	3,05
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,79	2,78	2,73	3,12
	3.6	Maior poluição dos solos	3,10	3,06	3,17	3,36
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			14,43	14,40	14,52	15,77

Diagnóstico: rejeição da hipótese nula.

4 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Margem do rio da morada de residência”

Neste tópico, uma vez que o fator a analisar foi a margem rio onde residem os inquiridos para a realização das análises estatísticas, apenas se consideraram os inquiridos residentes permanentes e os residentes em períodos de férias e fins-de-semana.

Pretendeu-se averiguar se a margem do rio Cávado onde os inquiridos residiam influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação resultante do problema ambiental em estudo. Segundo a Tabela 4.15, considerou-se como hipótese nula que o problema ambiental em causa afetaria de igual forma os residentes na margem norte como os residentes na margem sul nas respetivas respostas dadas aos níveis de insatisfação.

Tabela 4.15 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Margem do rio da morada dos residentes”

H ₀	H ₁
A margem do rio onde residem os inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	A margem do rio onde residem os inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Através de uma análise de variância unidirecional das médias das respostas dadas (ver Tabela 4.16), verificou-se que o grau de significância era superior a 0,05, concluindo que não havia diferenças significativas nas respostas aos níveis de insatisfação, logo o problema ambiental é sentido de igual modo entre os residentes de ambas as margens do rio Cávado, aceitando a hipótese nula.

Tabela 4.16 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Margem do rio da morada dos residentes” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Margem do rio da morada de residência					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	60,769	2	30,384	2,742	,065
Nos grupos	6615,030	597	11,080		
Total	6675,798	599			

Ao analisar as médias das respostas dadas pelos inquiridos residentes em ambas as margens em todas as perguntas do grupo 3 e no nível de insatisfação final (ver Tabela 4.17), verificou-se

que o nível de insatisfação dos residentes da margem sul é ligeiramente mais elevado (14,54/20) face ao nível de insatisfação dos residentes da margem norte (14,37/20). Esta situação sugere estar relacionada com o fato de haver um maior número de explorações de bovino de leite na margem sul do que na margem norte. Na pergunta global acerca do impacto ambiental negativo do setor, a média das respostas dos residentes da margem sul do rio Cávado (2,96/4) superou face aos residentes da margem norte (2,90).

Tanto os residentes da margem norte como os residentes da margem sul focaram mais a sua insatisfação na questão da poluição dos solos, com pontuações de 3,12/4 e 3,11/4 respetivamente. Os residentes na margem norte focaram-se menos no aumento de risco de doenças e os residentes da margem sul direccionaram-se menos nas emissões de gases poluentes.

Tabela 4.17 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Margem do rio da morada dos residentes” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Margem do rio da morada de residência			Média das pontuações (0 a 4)	
Tipo	Perguntas	Tópicos	Margem Norte	Margem Sul
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,90	2,96
Específicas	3.2	Producez maus cheiros	3,02	3,01
	3.3	Emissão de gases poluentes	2,70	2,66
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,73	2,79
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,69	2,87
	3.6	Maior poluição dos solos	3,12	3,11
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			14,37	14,54

Diagnóstico: hipótese nula aceite

5 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Tempo já residido em Barcelos”

Tal como no tópico anterior, neste tópico também foram apenas considerados para efeitos estatísticos os inquiridos com residência permanente e os residentes em períodos de descanso. O objetivo deste tópico foi de averiguar se existia uma relação de influência entre as médias das respostas do nível de insatisfação dos inquiridos residentes permanentes e de férias e o seu tempo já residido no concelho. Segundo a Tabela 4.18, considerou-se como hipótese nula que o problema ambiental em causa afetaria de igual forma as respostas dos inquiridos, independentemente do seu tempo já residido no concelho de Barcelos.

Tabela 4.18 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Tempo já residido no concelho de Barcelos”

H ₀	H ₁
O tempo já residido em Barcelos NÃO influenciava significativamente os inquiridos nas respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	O tempo já residido em Barcelos não influenciava significativamente os inquiridos nas respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Através da análise da variância entre as médias dos níveis de insatisfação das pessoas (ver Tabela 4.19), o valor de significância é superior a 0,05, aceitando à partida a hipótese nula. Para complementar, elaborou-se um teste de Tukey (ver Anexo 11.4) e não se detetou diferenças significativas nas respostas dadas entre as diferentes combinações de pares de tempos resididos, pois todos os valores de significância eram superiores a 0,05, confirmando assim a aceitação da hipótese nula.

Tabela 4.19 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Tempo já residido no concelho de Barcelos” em que df= graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Tempo já residido em Barcelos					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	73,824	4	18,456	1,663	,157
Nos grupos	6601,974	595	11,096		
Total	6675,798	599			

Fez-se igualmente uma análise em Excel ao cruzamento das médias obtidas das diferentes respostas às perguntas do grupo 3 e dos níveis totais de insatisfação dos inquiridos acerca do problema ambiental em estudo com os respetivos tempos de residência (ver Tabela 4.20).

Os inquiridos com tempo de residência entre os 10 e 15 anos foram os que mais se demonstraram insatisfeitos, com um valor total de media de insatisfação de 14,72/20, face aos inquiridos com menos de 5 anos de residência, cujo valor de insatisfação ficou-se pelos 13,89/20. Contudo, verifica-se que há um aumento gradual, embora pouco significativo, de insatisfação dos inquiridos à medida que o tempo de residência atinge os 10 a 15 anos, diminuindo ligeiramente com mais anos de residência. Esta situação novamente sugere estar relacionada com uma acomodação gradual das pessoas com o problema ambiental até aos 15 anos de residência, tornando-se depois um pouco mais tolerantes.

As pontuações obtidas na pergunta global evoluíram na mesma tendência que os níveis de insatisfação totais, aumentando a pontuação até aos 10 a 15 anos de residência, baixando ligeiramente em tempos superiores.

Todos os residentes focaram mais o seu descontentamento na questão da poluição dos solos. Os residentes com menos de 5 anos de residência valorizaram menos a diminuição da qualidade da água potável enquanto que todos os restantes residentes com mais de 5 anos atribuíram menor descontentamento nas emissões de gases poluentes. A produção de maus cheiros foi o segundo impacto negativo mencionado por todos os escalões etários.

Tabela 4.20 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Tempo já residido em Barcelos” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Tempo já residido em Barcelos			Média das pontuações (0 a 4)			
Tipo	Perguntas	Tópicos	Menos de 5 anos	5 a 10 anos	10 a 15 anos	Mais de 15 anos
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,73	2,97	3,06	2,92
Específicas	3.2	Produce maus cheiros	2,92	3,09	3,06	3,01
	3.3	Emissão de gases poluentes	2,62	2,63	2,67	2,70
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,59	2,88	2,83	2,75
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,68	2,84	2,96	2,75
	3.6	Maior poluição dos solos	3,00	3,09	3,15	3,13
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			13,89	14,59	14,72	14,45

Diagnostico: aceitação da hipótese nula

6 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Situação profissional”

Pretendeu-se verificar se a situação profissional das pessoas influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação derivado da produção e gestão dos efluentes das vacarias no mesmo concelho. Segundo a Tabela 4.21, considerou-se como hipótese nula que a situação profissional não teria qualquer influência nas respostas dadas pelo nível de insatisfação das pessoas.

Tabela 4.21 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Situação profissional”

H ₀	H ₁
A situação profissional dos inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	A situação profissional dos inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

De acordo com a análise da variância das médias obtidas dos níveis totais de insatisfação dos inquiridos em relação ao problema ambiental em estudo (ver Tabela 4.22), verificou-se um valor de significância inferior a 0,05, o que demonstra que a situação profissional influencia significativamente os resultados obtidos nos níveis de insatisfação. Do mesmo modo rejeita-se a hipótese nula.

Tabela 4.22 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Situação profissional” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Situação profissional					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	261,862	6	43,644	4,035	,001
Nos grupos	6413,937	593	10,816		
Total	6675,798	599			

Segundo o teste de Tukey (ver Anexos 11.4) na diferença das médias dos níveis de insatisfação dos inquiridos entre combinações de pares de situações profissionais, verificou-se que as diferenças significativas eram atribuídas às seguintes combinações:

- Empresários e reformados, com sig = 0,028
- Empresários e desempregados, com sig = 0,040
- Empresários e emigrantes, com sig = 0,032

De acordo com os resultados do cruzamento de todas as pontuações das respostas às perguntas do grupo 3 e as situações profissionais (ver Tabela 4.23) verificou-se que os estudantes foram os que mais manifestaram a sua insatisfação face ao problema ambiental em causa, com um valor médio de 15,37/20. Tal estará relacionado com facto de a maioria dos estudantes apresentarem uma faixa etária mais baixa e ao mesmo tempo possuírem uma maior consciencialização e preocupação para com as causas ambientais. Os desempregados foram os que se mostraram menos descontentes, cujo valor médio de insatisfação foi de 13,72/20. Esta

situação poderá estar relacionada com principal preocupação destes inquiridos ser a procura de emprego, deixando as causas ambientais para prioridades secundárias.

Quanto aos resultados das médias das respostas à pergunta global, os empresários e os estudantes foram os que mais manifestaram o seu descontentamento com o problema ambiental em causa, com uma pontuação de 3,15/4 cada. Os domésticos foram os inquiridos menos descontentes, cuja pontuação foi de 2,67/4.

Os desempregados, tal como os domésticos focaram mais o seu descontentamento na poluição dos solos. Os emigrantes, os funcionários, os empresários e os reformados mostraram um comportamento idêntico aos desempregados. Os estudantes focaram mais a sua insatisfação em relação à produção de maus cheiros. O menor descontentamento é atribuído pela maioria dos grupos à emissão de gases poluentes. A exceção é relativa aos domésticos que indicam a diminuição da qualidade da água potável e do aumento do risco de doenças.

Tabela 4.23 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Situação profissional” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Situação profissional			Média das pontuações (0 a 4)						
Tipo	Perguntas	Tópicos	Desempregado	Doméstico	Emigrante	Funcionário	Empresário	Estudante	Reformado/ Invalidez
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,74	2,67	2,85	3,04	3,15	3,15	2,75
	3.2	Produz maus cheiros	2,82	3,02	2,87	3,11	3,19	3,26	2,89
Específicas	3.3	Emissão de gases poluentes	2,56	2,65	2,53	2,75	2,89	2,90	2,55
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,62	2,59	2,65	2,77	2,96	2,98	2,72
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,64	2,59	2,60	2,93	2,95	2,98	2,72
	3.6	Maior poluição dos solos	2,96	3,22	3,02	3,17	3,28	3,24	2,97
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			13,72	14,19	13,88	14,86	15,25	15,37	13,97

Diagnostico: rejeição da hipótese nula

7 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Ramo profissional dos residentes permanentes”

Para este tópico apenas se consideraram para tratamento estatístico os residentes permanentes que estivessem inseridos no mercado de trabalho.

O objetivo deste tópico é averiguar se o ramo profissional dos residentes permanentes influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação derivado do problema ambiental em estudo. Segundo a Tabela 4.24, considerou-se como hipótese nula que o problema ambiental em causa afetaria de igual forma os residentes permanentes inseridos no mercado de trabalho, qualquer que fosse o seu ramo profissional, nas respetivas respostas dadas aos níveis de insatisfação.

Tabela 4.24 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Ramo profissional”

H₀	H₁
O ramo profissional dos inquiridos residentes permanentes NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos.	O ramo profissional dos inquiridos residentes permanentes influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos.

Segundo a análise da variância das médias obtidas dos níveis totais de insatisfação dos inquiridos em relação ao problema ambiental em estudo (ver Tabela 4.25), verificou-se um valor de significância inferior a 0,05, o que demonstra que o ramo profissional dos inquiridos em causa influenciou significativamente os resultados obtidos nos níveis de insatisfação. Consequentemente, a hipótese nula é rejeitada.

Tabela 4.25 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Ramo profissional” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Ramo profissional					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	718,815	7	102,688	10,205	,000
Nos grupos	5956,984	592	10,062		
Total	6675,798	599			

No teste de Tukey (ver Anexo 11.4) para a diferença das médias dos níveis de insatisfação dos inquiridos entre combinações de pares de ramos profissionais, verificou-se que as diferenças mais significativas eram atribuídas às seguintes combinações:

- Agricultura e turismo/restauração, com sig = 0,000
- Agricultura e comércio tradicional, com sig = 0,000
- Agricultura e função pública, com sig = 0,033

- Agricultura e atividade fabril, com sig = 0,012
- Turismo/restauração e atividade fabril, com sig = 0,019
- Turismo/restauração e construção, com sig = 0,001

Segundo a tabela dinâmica realizada em Excel com os resultados do cruzamento de todas as pontuações das respostas às perguntas do grupo 3 e os ramos profissionais (ver Tabela 4.26) verificou-se que os inquiridos ligados ao setor do turismo e restauração foram os que mais manifestaram a sua insatisfação face ao problema ambiental em causa, com um valor médio de 17,59/20. Esta situação sugere estar relacionada com o fato de que o trabalho destas pessoas dependem fortemente da frequência dos visitantes, que por um lado ficam alojados em hotéis, casas de turismo e afins, e procuram os estabelecimentos de restauração para consumirem as suas refeições. No mesmo sentido, a poluição ambiental dos efluentes das vacarias traduz-se de numa má imagem do concelho aos visitantes, não se sentindo motivados a regressarem ao mesmo concelho em épocas futuras. Em contraste, os inquiridos que trabalham no setor da agricultura mostraram-se mais tolerantes com o problema ambiental em estudo, com uma média de níveis de insatisfação de 11,84/20, o que revela uma certa tolerância e acomodação com o referido problema ambiental, uma vez que provém do mesmo setor de atividade. Também poderá existir uma certa dificuldade sentida pelos agricultores mais ligados ao setor da pecuária, na dificuldade da ausência de um local apropriado para tratarem os seus efluentes, no concelho de Barcelos, sujeitando-se em último recurso a espalharem os seus efluentes nos terrenos agrícolas já saturados de matéria orgânica.

Tanto os inquiridos ligados à agricultura como aqueles que trabalham no setor fabril, manifestaram mais o seu descontentamento na produção de maus cheiros e mostraram-se mais tolerantes com a diminuição da qualidade da água potável. Por outro lado, os inquiridos ligados ao comércio tradicional assim como os inquiridos ligados ao turismo e restauração focaram mais a sua insatisfação na poluição dos solos e mostraram-se mais tolerantes na emissão de gases poluentes. Os inquiridos ligados ao setor da construção mostraram mais o seu descontentamento na poluição dos solos e menos insatisfeitos na emissão de gases poluentes, diminuição da qualidade da água potável e do aumento de risco de doenças. Tanto os funcionários públicos como os inquiridos de outros ramos profissionais focaram mais o seu desagrado na questão da produção dos maus cheiros e mostraram-se mais tolerantes na emissão de gases poluentes.

Na pergunta global sobre o impacto ambiental negativo do setor da bovinicultura, as médias das respostas obtidas foram mais elevadas para os inquiridos do setor do turismo e restauração (3,59/4) e mais baixas para os inquiridos que trabalham na agricultura (2,56/4).

Tabela 4.26 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Ramo profissional” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇔ Ramo profissional			Média das pontuações (0 a 4)						
Tipo	Perguntas	Tópicos	Agricultura	Atividade fabril	Comércio tradicional	Construção	Função pública	Turismo/ Restauração	Outros
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,56	3,17	2,88	3,00	3,27	3,59	2,80
	3.2	Produz maus cheiros	2,56	3,17	3,13	2,92	3,45	3,43	3,20
Específicas	3.3	Emissão de gases poluentes	2,22	2,83	2,92	2,46	2,73	3,37	2,40
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,19	2,70	3,13	2,46	2,91	3,46	2,60
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,31	3,00	3,13	2,46	3,00	3,52	3,00
	3.6	Maior poluição dos solos	2,47	3,09	3,33	3,15	3,18	3,72	3,00
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			11,84	14,78	15,75	13,46	15,27	17,59	14,20

Diagnostico: rejeição da hipótese nula

8 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Nível de escolaridade”

Pretendeu-se averiguar se o nível de escolaridade das pessoas influenciava ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação derivado do manejo dos efluentes das vacarias. Observando a Tabela 4.27, considerou-se como hipótese nula que o nível de escolaridade não faria qualquer influência nas respostas dadas.

Tabela 4.27 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Nível de escolaridade”

H ₀	H ₁
O nível de escolaridade dos inquiridos NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	O nível de escolaridade dos inquiridos influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

Realizou-se uma análise de variância unidirecional às médias das respostas dadas e verificou-se um valor de significância inferior a 0,05 (ver Tabela 4.28). Concluiu-se então que o nível de escolaridade influenciou significativamente as respostas dadas pelos inquiridos, o que permitiu a rejeição da hipótese nula.

Tabela 4.28 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Nível de escolaridade” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Nível de escolaridade					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	346,702	5	69,340	6,508	,000
Nos grupos	6329,096	594	10,655		
Total	6675,798	599			

Em complemento, realizou-se teste de Tukey em SPSS (ver Anexo 11.4) para a diferença das médias dos níveis de insatisfação dos inquiridos entre combinações de pares de níveis de escolaridade, verificou-se que as diferenças mais significativas eram atribuídas às seguintes combinações:

- Analfabetos e pessoas com o ensino secundário, com sig = 0,049
- Analfabetos e licenciados, com sig = 0,032
- Analfabetos e pessoas com mestrado ou pós-graduação, com sig = 0,049
- Analfabetos e doutorados ou pós-doutorados, com sig = 0,003
- Pessoas com ensino básico e doutorados ou pós-doutorados, com sig = 0,000
- Pessoas com o ensino secundário e doutorados ou pós-doutorados, com sig = 0,012

Adicionalmente, na Tabela 4.29 está representado uma tabela dinâmica em Excel, com o cruzamento das médias de todas as pontuações das respostas às perguntas do grupo 3 e da do nível de insatisfação das pessoas com os respetivos níveis de escolaridade.

Segundo a análise da mesma tabela, os inquiridos doutorados e pós-doutorados eram os que se demonstravam mais insatisfeitos, atingindo um valor médio de nível de insatisfação de 16,82/20. Os mais tolerantes de todos os inquiridos são os analfabetos, com um nível de insatisfação médio de 8/20. Efetivamente, com o aumento do nível de escolaridade dos inquiridos, foi possível registar um aumento do nível de insatisfação. Este facto poderia estar relacionado com a sensibilização constante sobre causas ambientais e com a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos adquiridos pelos estudantes durante o seu percurso escolar e/ou académico.

As respostas dos inquiridos à pergunta sobre o impacto ambiental negativo do setor evoluíram praticamente no mesmo sentido dos resultados dos níveis totais de insatisfação, sendo a pontuação maior correspondente aos doutorados e pós-doutorados (3,43/4), e a menor aos analfabetos (1,00).

Analisando as pontuações obtidas nas respostas às perguntas específicas, do grupo 3 do inquérito, verificou-se que todos os inquiridos focaram mais o seu descontentamento na questão da poluição dos solos e mostraram-se mais tolerantes na questão das emissões de gases poluentes, com exceção dos inquiridos com apenas o ensino secundário concluído, que se mostraram mais tolerantes na questão da diminuição da qualidade da água potável. Os analfabetos mostraram-se mais tolerantes nas emissões de gases poluentes, na diminuição da qualidade da água potável e no aumento de risco de doenças de igual forma com uma pontuação de 1,00/4, embora se mostrassem mais descontentes na produção de maus cheiros e da poluição dos solos, com uma pontuação de 2,50/4 para cada questão.

Tabela 4.29 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “Nível de escolaridade” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Nível de insatisfação ⇄ Nível de escolaridade			Média das pontuações (0 a 4)					
Tipo	Perguntas	Tópicos	Analfabeto	Ensino básico	Ensino secundário	Licenciado	Mestrado/pós graduado	Doutorado/ Pós-doc
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	1,00	2,80	3,01	3,08	3,07	3,43
	3.2	Produz maus cheiros	2,50	2,95	3,10	3,12	3,00	3,43
Específicas	3.3	Emissão de gases poluentes	1,00	2,57	2,82	2,74	2,79	3,18
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	1,00	2,69	2,81	2,85	2,79	3,25
	3.5	Aumento do risco de doenças	1,00	2,66	2,82	3,03	3,07	3,36
	3.6	Maior poluição dos solos	2,50	3,06	3,10	3,28	3,43	3,61
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			8,00	14,05	14,76	15,02	15,29	16,82

Diagnostico: rejeição da hipótese nula.

9 - Relação entre a variável dependente “Nível de insatisfação” e a variável independente “Ligação ao setor da bovinicultura”

O objetivo deste tópico consistiu em averiguar se a ligação direta ou indireta dos inquiridos ao setor da bovinicultura leiteira em Barcelos influencia ou não as suas respostas quanto ao seu nível de insatisfação resultante do problema ambiental em estudo. Segundo a Tabela 4.30, considerou-se como hipótese nula que o problema ambiental em causa afetaria de igual forma os inquiridos quer estivessem direta ou indiretamente ou não ligados ao referido setor.

Tabela 4.30 - Definição das hipóteses nula e alternativa para a relação entre o nível de insatisfação e a variável “Ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos”

H ₀	H ₁
A ligação ou não dos inquiridos ao setor do leite NÃO influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos	A ligação ou não dos inquiridos ao setor do leite influenciava significativamente as respostas dadas acerca do seu nível de insatisfação sobre a poluição ambiental dos efluentes da bovinicultura leiteira no concelho de Barcelos

De acordo com a análise de variância unidirecional às médias das respostas dadas, verificou-se um valor de significância inferior a 0,05 (ver Tabela 4.31). Concluiu-se então que a ligação ou não dos inquiridos ao setor leiteiro influencia significativamente as respostas dadas pelos inquiridos, o que permitiu a rejeição da hipótese nula.

Tabela 4.31 - Análise em SPSS da variância unidirecional das médias das respostas dadas, entre o nível de insatisfação e a variável “Ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos” em que df=graus de liberdade, Z= desvio médio e Sig= Probabilidade de significância

ANOVA					
Nível de insatisfação ⇔ Ligação ao setor da bovinicultura					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	2446,232	1	2446,232	345,862	,000
Nos grupos	4229,567	598	7,073		
Total	6675,798	599			

A Tabela 4.32 representa a tabela dinâmica realizada em Excel com os resultados do cruzamento de todas as pontuações das respostas às perguntas do grupo 3 e a existência ou não de ligação dos inquiridos ao setor do leite em Barcelos. De acordo com a referida tabela, verificou-se que as médias obtidas dos valores totais de nível de insatisfação dos inquiridos não ligados ao setor (16,09/20) era significativamente superior ao revelado pelos inquiridos ligados de alguma forma ao setor do leite (11,85/20). Esta situação sugere, tal como explicado anteriormente, estar relacionada com o facto de que os inquiridos ligados ao setor estavam de uma certa forma acomodados com os impactos causados pelo manuseamento dos efluentes no seu dia-a-dia. Contudo havia inquiridos que sentiam grandes dificuldades no despejo dos seus efluentes, uma vez que não existe ainda nenhuma instalação apropriada para o tratamento e valorização energética dos mesmos, obrigando por vezes em último recurso à sua aplicação nos solos, encontrando-se estes já com elevada carga orgânica.

Os inquiridos ligados ao setor da bovinicultura mostraram-se mais descontentes com a produção de maus cheiros e mais tolerantes com a emissão de gases poluentes. Os inquiridos não ligados ao setor focaram mais a sua insatisfação na questão da poluição dos solos e mostraram-se mais tolerantes na emissão de gases poluentes.

Tabela 4.32 - Análise por tabela dinâmica em Excel da relação entre o nível de insatisfação com a variável “ligação dos inquiridos ao setor da bovinicultura em Barcelos” acerca das respostas dadas no grupo de questões 3

Ligação ao setor da bovinicultura			Média das pontuações (0 a 4)	
Tipo	Perguntas	Tópicos	Ligado	Não ligado
Global	3.1	Impacto ambiental negativo do setor	2,50	3,20
	3.2	Produz maus cheiros	2,61	3,29
Específicas	3.3	Emissão de gases poluentes	2,17	3,02
	3.4	Diminui a qualidade da água potável	2,22	3,09
	3.5	Aumento do risco de doenças	2,22	3,14
	3.6	Maior poluição dos solos	2,54	3,46
Total das médias das pontuações específicas (0 a 20)			11,85	16,09

Diagnostico: rejeição da hipótese nula

A poluição dos solos e a produção de maus cheiros foram os aspetos negativos mais referenciados pelas pessoas. Tal situação poderá estar relacionada não só pelo desconforto que lhes é causado como também é preciso ter em conta que a qualidade dos solos é a principal condicionante para o desenvolvimento do setor agropecuário, com forte tradição e impacto económico nesta região. Em contrapartida, a emissão de gases poluentes é vista como uma preocupação menor pelas pessoas.

A Tabela 4.33 representa a síntese dos diagnósticos das definições das hipóteses das relações entre o nível de insatisfação das pessoas e cada um dos parâmetros anteriores.

Tabela 4.33 – Quadro síntese dos diagnósticos da relação entre o nível de insatisfação dos inquiridos e cada um dos fatores

Fator	Diagnóstico
Género	Hipótese nula aceite
Escalão etário	Hipótese nula rejeitada
Situação de residência	Hipótese nula rejeitada
Margem do rio onde residem	Hipótese nula aceite
Tempo já residido no concelho	Hipótese nula aceite
Situação profissional	Hipótese nula rejeitada
Ramo profissional	Hipótese nula rejeitada
Nível de habilitações	Hipótese nula rejeitada
Ligação ao setor de bovinos de leite	Hipótese nula rejeitada

4.4.4 Hábitos de consumo energético dos inquiridos

Nesta secção apenas foram considerados para efeitos estatísticos, os inquiridos residentes permanentes ou residentes de férias/fins-de-semana.

Na Figura 4.17 está representada a distribuição dos inquiridos segundo a tipologia da sua habitação. A tipologia T3 foi a mais popular representando 59,8% dos inquiridos residentes, seguindo-se a tipologia T2 com 27,7% dos inquiridos. As tipologias T4 e T5 foram as menos populares, representando 10,1% e 2,6% dos inquiridos, respetivamente. Nenhum dos inquiridos da amostra vive em tipologias T0, T1 e superiores a T5.

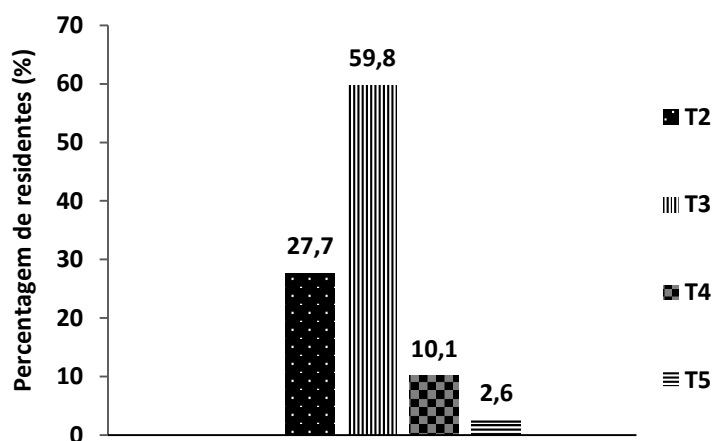


Figura 4.17 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a tipologia da sua habitação

A Figura 4.18 representa graficamente a distribuição dos inquiridos residentes segundo o nº de membros que constituem o seu agregado familiar. Aqui se constata que na maioria dos inquiridos, o agregado familiar é composto por 3 a 4 pessoas com 52,7% dos inquiridos, seguindo-se os agregados familiares compostos por 1 a 2 pessoas, correspondente a 39,3% dos inquiridos. Apenas 7,7% dos inquiridos afirmaram viver num agregado familiar de 5 a 6 pessoas e apenas 0,4% afirmaram que o seu agregado familiar é composto por 7 a 8 pessoas. Nenhum inquirido vivia com mais de 8 familiares.

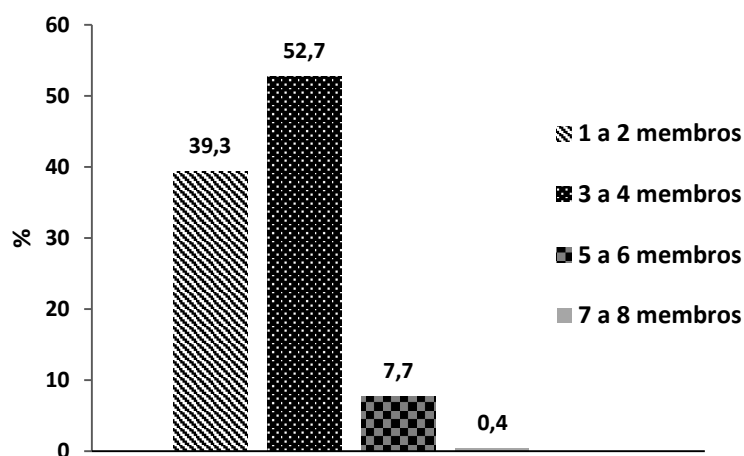


Figura 4.18 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o nº de membros que compoem o seu agregado familiar

Em relação ao consumo de eletricidade doméstico dos inquiridos (ver Figura 4.19), 42% afirmaram que o valor mensal não ultrapassava os 25€. No entanto, 31,4% afirmavam consumir um valor mensal de energia elétrica entre 26 e 50€, 22,2% dos inquiridos consumiam mensalmente entre 51 e 75€ e apenas 4,6% consumiam entre 76 e 100€ de energia elétrica todos os meses. Nenhum inquirido afirmou consumir mais de 100€ mensais de energia elétrica.

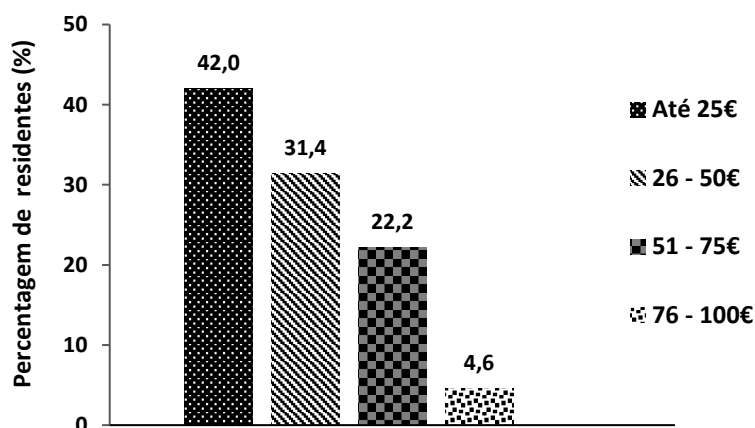


Figura 4.19 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu valor gasto mensalmente em energia elétrica

A Figura 4.20 representa graficamente a distribuição do consumo mensal de gás doméstico entre os inquiridos. O intervalo de valores de consumo mais frequente é igual ou inferior a 25€, correspondendo a 44,6% dos inquiridos. O valor imediatamente menos frequente foi de 26 a 50€ mensais, correspondendo a 32,1% dos inquiridos e 19% afirmaram consumir mensalmente entre 51 e 75€ e apenas 4,2% afirmaram consumir mensalmente entre 76 e 100€ de gás doméstico. Ninguém afirmou consumir mais de 100€ mensais de gás doméstico.

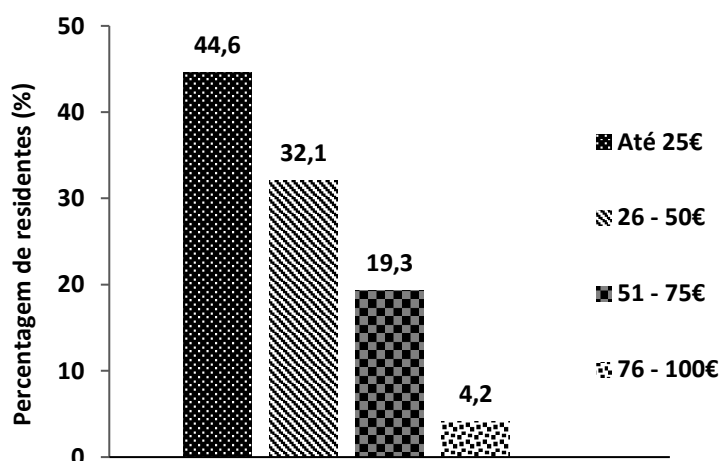


Figura 4.20 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu valor gasto mensalmente em gás doméstico

Analisando as preferências dos inquiridos na(s) fonte(s) de energia para cozinhar (ver Figura 4.21), verificou-se que a fonte de energia mais popular é o gás proveniente de botija, representando 412 respostas por parte dos inquiridos, seguindo-se a lenha/carvão com 312 respostas obtidas e a energia elétrica representada pelas 181 respostas. Apenas se obtiveram 2 respostas na utilização de gás natural para cozinhar. Contudo é de referir que grande parte dos inquiridos tinham mais do que uma fonte de energia para cozinhar no seu respetivo lar, pelo que esses mesmos inquiridos deram mais do que 1 resposta.

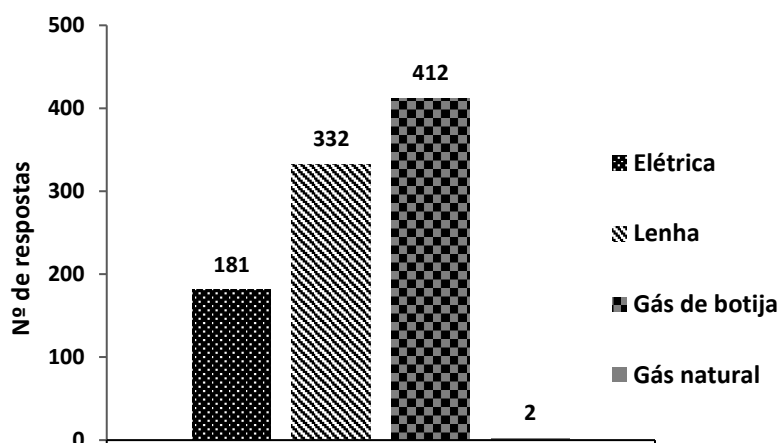


Figura 4.21 – Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências de fontes de energia para cozinhar

A Figura 4.22 representa graficamente a distribuição do nº de respostas dadas pelos inquiridos na(s) fonte(s) de energia para efeitos de climatização do lar e aquecimento de águas canalizadas. Segundo a mesma figura, a fonte mais usada para o efeito acima descrito é a biomassa representada por 410 respostas dadas, seguida pela energia solar térmica com 294 respostas, energia fóssil com 211 respostas dadas e a energia elétrica com 36 respostas obtidas. Apenas obtiveram-se 3 respostas no uso do gás natural para o efeito.

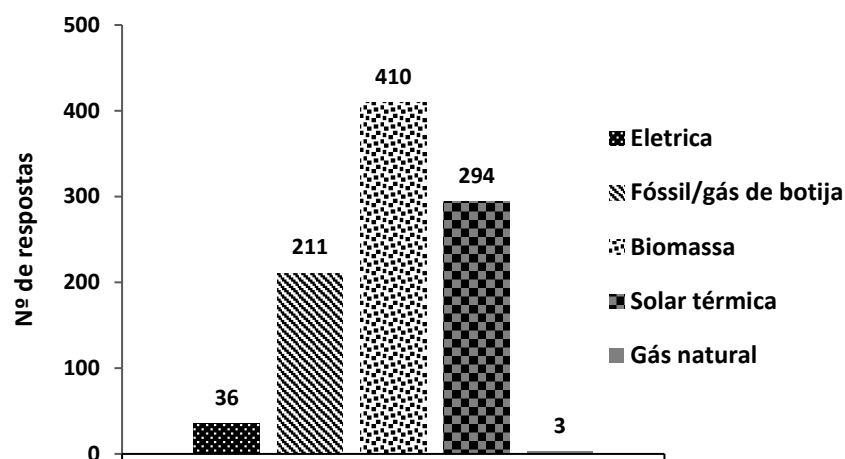


Figura 4.22 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências de fontes de energia para climatização do lar e aquecimento de águas canalizadas

Na Figura 4.23 estão representas as frequências de utilização dos transportes públicos por parte dos inquiridos residentes no concelho de Barcelos e tendo-se verificado que mais de metade dos inquiridos utilizam os transportes públicos ou semanalmente ou ocasionalmente, com 30,5% e 29,8% dos inquiridos respetivamente. Numa taxa inferior, 10,3% dos inquiridos utilizam os transportes públicos mensalmente e 8,6% diariamente. Contudo, 20,8% dos residentes nunca utilizam os transportes públicos.

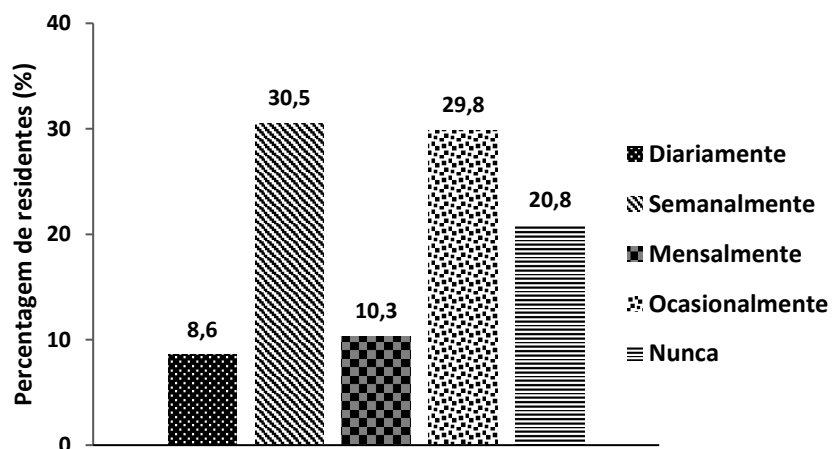


Figura 4.23 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a sua frequência na utilização de transportes públicos

Ainda relativamente aos transportes, a Figura 4.24 representa graficamente a distância média percorrida por viagem por parte dos inquiridos residentes utilizadores, em transportes públicos e verificando-se que 55,1% viajam distâncias médias superiores a 20 km. Seguem-se os utilizadores que viajavam entre 15 a 20 km por viagem representando 18% dos inquiridos, os utilizadores com viagens entre 10 a 15 km representando 11,9% e ainda 9,4% dos utilizadores percorriam distancias entre 5 e 10 km por viagem. Apenas 5,5% dos utilizadores dos transportes públicos se deslocam em trajetos curtos inferiores a 5 km.

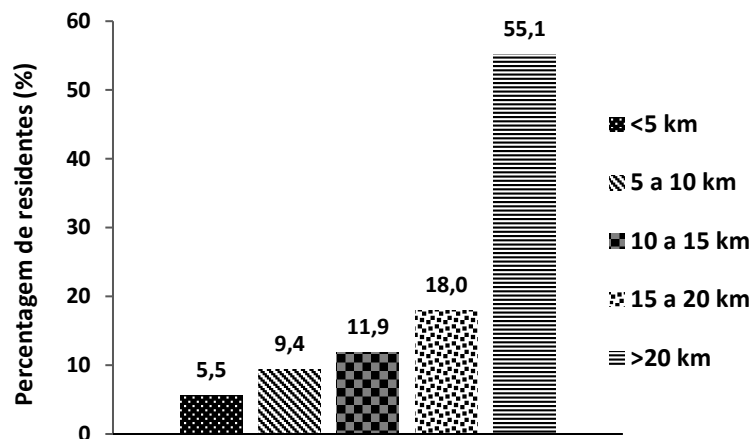


Figura 4.24 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a distância média percorrida por viagem em transportes públicos

A Figura 4.25 mostra a distribuição das fontes de energia utilizadas pelos residentes, no transporte do dia-a-dia. É de salientar uma grande popularidade da utilização de tração humana, quer na forma de velocípedes, quer no simples ato de caminhar, representado 354 respostas obtidas. A energia fóssil, nomeadamente através de motociclos e automóveis com motor de combustão interna, é a segunda fonte de energia mais popular adotada entre os inquiridos residentes, representada por 331 respostas dadas. A energia elétrica, quer através de veículos elétricos de 2 ou 4 rodas ou ainda através de *scooters* de pessoas com mobilidade reduzida, tem pouco peso no transporte do quotidiano da população de Barcelos, apenas representada pelas 18 respostas obtidas pelos inquiridos. No entanto, é de referir que alguns inquiridos consumiam mais do que uma fonte de energia, contribuindo com mais do que uma opção de resposta para a mesma questão.

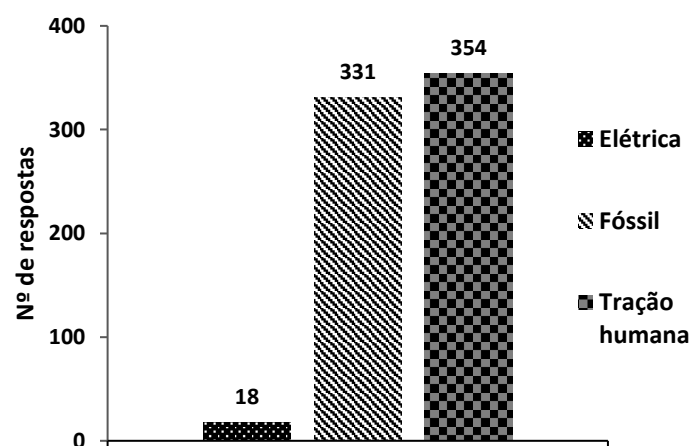


Figura 4.25 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as fontes de energia usadas no seu transporte do dia a dia

Analisando a preferência dos inquiridos residentes sobre as fontes de energia no seu local de emprego/escola (ver Figura 4.26), destaca-se a preferência da energia elétrica, representada por

191 respostas dadas, seguida da energia fóssil com 97 repostas obtidas e ainda a energia solar térmica com 38 respostas. As fontes de energia menos populares foram a biomassa, com 6 respostas, e o gás natural com 3 respostas obtidas. Contudo, 3 inquiridos afirmaram não precisar de nenhuma das fontes de energia para trabalharem. Novamente, para a questão em causa, alguns inquiridos deram mais do que uma resposta.

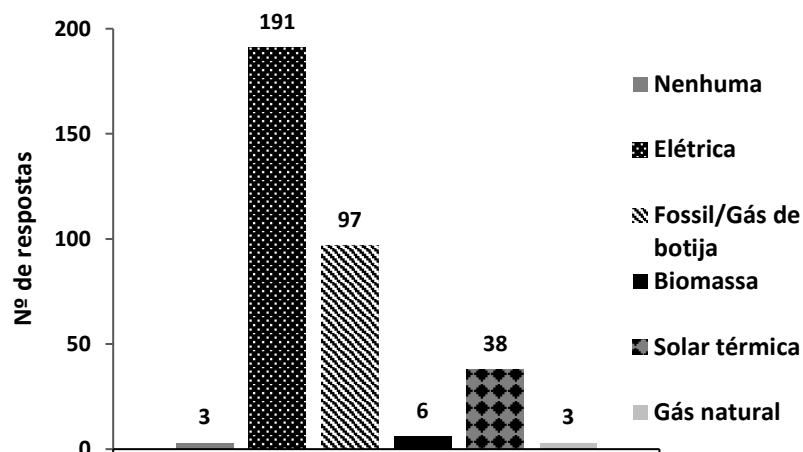


Figura 4.26 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com as fontes de energia utilizadas no seu emprego ou escola

4.4.5 Hábitos de cultivo e fertilização/correção do solo

Tal como no tópico anterior, neste tópico também apenas foram considerados os residentes permanentes e os residentes em férias ou fins-de-semana.

A Figura 4.27 representa as percentagens de residentes cultivadores e não cultivadores. Segundo a mesma figura, destaca-se a grande maioria dos residentes serem cultivadores, representando 83,8 % dos inquiridos residentes, em detrimento dos não-residentes, com apenas 16,2 % dos residentes.

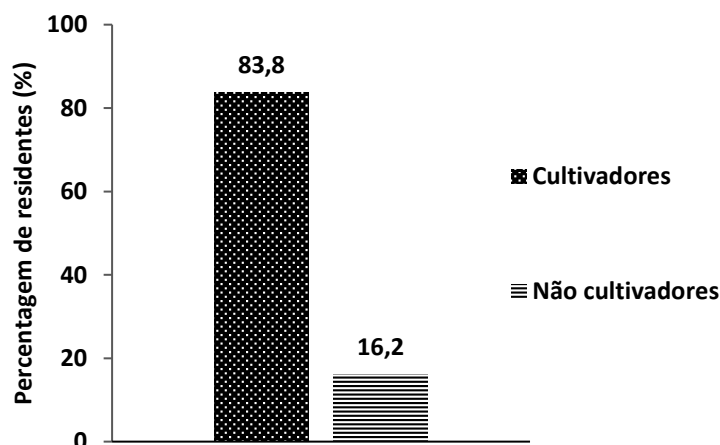


Figura 4.27 – Percentagem de inquiridos residentes de acordo com o seu estatuto de cultivador ou não- cultivador

Em relação aos tipos de cultivo praticados pelos cultivadores residentes (ver Figura 4.28), destacam-se os inquiridos que se dedicam à jardinagem, com 362 respostas obtidas, seguindo-se os cultivadores de hortofrutícolas, com 263 respostas obtidas. Os tipos de cultivo menos frequentes são os cereais, com 115 respostas, a vinha com 125 respostas obtidas e ainda 76 inquiridos afirmaram praticar outros tipos de cultivo. Nesta questão, alguns dos inquiridos praticavam mais do que um tipo de cultivo.

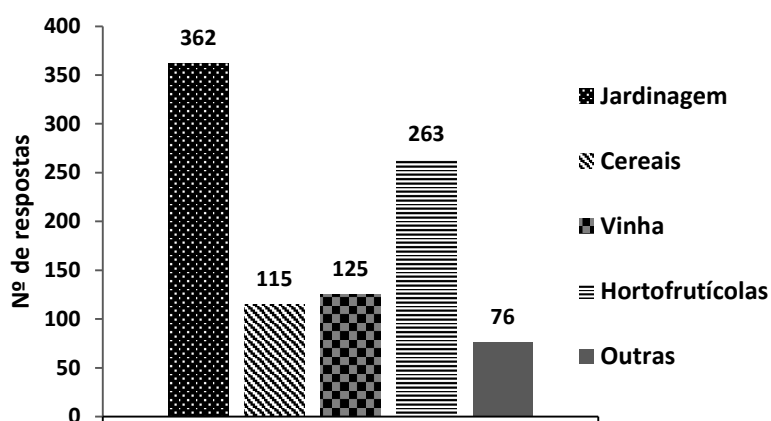


Figura 4.28 - Nº de respostas dadas pelos de inquiridos residentes de acordo com os seus tipos de cultivo

A Figura 4.29 representa graficamente o total das áreas de cultivo praticadas por cada um dos inquiridos residentes cultivadores. Segundo a referida figura, 40,1% dos inquiridos praticavam cultivo numa área total não superior a 0,5 ha, 27,7% dos cultivadores praticavam hábitos de cultivo numa área total entre 0,5 e 2 ha e 23% possuíam cultivos numa área total entre 2 e 4 ha. Apenas 8,9% dos cultivadores eram detetores de uma área total de cultivo superior a 4 ha.

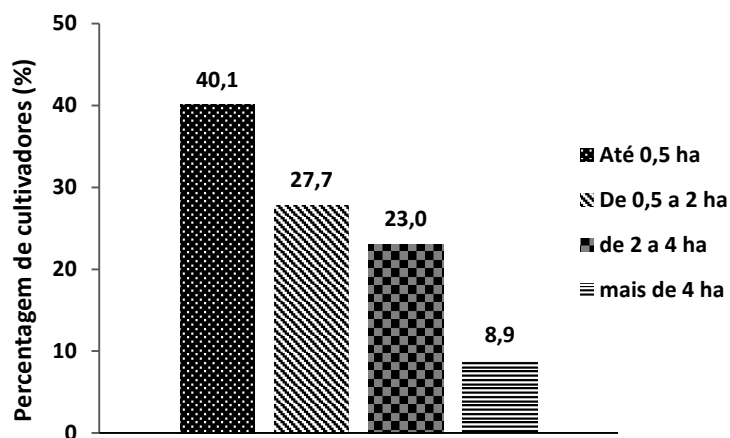


Figura 4.29 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com a sua área total de cultivo

Na Figura 4.30 estão representados os tipos de correção e fertilização dos solos por parte dos inquiridos residentes cultivadores. A fertilização biológica foi o tipo de fertilização e correção do solo predominante, com 56% de cultivadores, seguido da fertilização e correção do tipo

misto com 42,4% de cultivadores. Apenas 1,6% afirmaram optar por fertilização e correção da forma sintética.

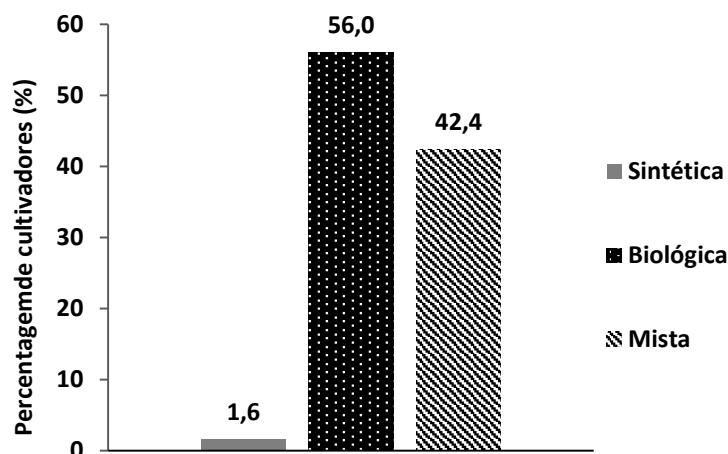


Figura 4.30 - Percentagem de inquiridos residentes de acordo com as suas preferências pelo tipo de fertilização das culturas

4.5 Conclusões

O problema ambiental resultante da produção e gestão dos efluentes da bovinicultura em Barcelos é de facto sentido de um modo geral quer pelas pessoas residentes quer pelos visitantes. Tal facto é visto de igual forma entre ambos os géneros e entre os residentes de ambas as margens do rio Cávado. O tempo já residido pelas pessoas no concelho também não influencia o seu nível de insatisfação.

No entanto, o problema afeta de forma distinta os diferentes escalões etários, sendo que as pessoas mais jovens demonstraram estar mais insatisfeitas, diminuindo a sua insatisfação com o avanço da sua idade.

A situação profissional das pessoas reflete-se no grau de insatisfação, sendo os estudantes e os empresários os mais insatisfeitos com o problema ambiental em causa em comparação com os restantes inquiridos. O ramo profissional das pessoas é igualmente patente no seu descontentamento, sendo as pessoas ligadas ao setor do turismo, à restauração e ao setor do comércio tradicional a que manifestaram o seu grau de insatisfação. O setor da agricultura mostrou-se ser o mais tolerante com o problema ambiental em causa.

À medida que aumenta o nível de escolaridade das pessoas, aumentava igualmente o seu descontentamento pelo problema ambiental em causa.

As pessoas ligadas ao setor da bovinicultura leiteira em Barcelos têm um nível de insatisfação bastante inferior às pessoas não ligadas ao mesmo setor.

A produção de maus cheiros e a poluição dos solos são situações frequentemente evidenciadas. Por um lado, causa não só desconforto quer aos moradores, quer aos visitantes, diminuindo a qualidade de vida das pessoas e a traço turística do concelho. Por outro lado, põe-se em causa o potencial de produção agrícola dos solos, considerado como uma condicionante essencial à sustentabilidade da agricultura neste concelho.

A energia elétrica e a energia do gás são as fontes de energia mais consumidas pelas pessoas residentes. Atendendo a que através do tratamento dos efluentes das vacarias por digestão anaeróbia seria possível a produção de biogás para injeção na rede de gás pública como também a produção de energia elétrica. Desta forma seria reduzida-se em parte a dependência energética deste concelho.

Mais de metade da população residente de Barcelos da amostra demonstrou que pratica fertilização biológica nas suas culturas. De acordo com esta situação seria oportuno direccionar os efluentes após o tratamento por digestão anaeróbia, para a produção de fertilizante orgânico para ser aplicado nas culturas.

5. ANÁLISE AOS QUESTIONÁRIOS REALIZADOS JUNTO DAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS NO CONCELHO DE BARCELOS

5.1 Introdução

Nos estudos relativos à análise da componente social associada às populações, é pertinente e oportuna a recolha de dados, na forma de entrevista ou de inquéritos, uma vez que a informação disponível na bibliografia é escassa e muitas vezes desatualizada. Neste contexto, o presente estudo identificou a necessidade da realização de um inquérito por questionário e de uma entrevista. O primeiro, relativo à avaliação do impacto social do problema ambiental causado pelo armazenamento e maneo dos chorumes proveniente da bovinicultura do concelho de Barcelos, baseado numa amostra de 600 inquiridos da população de Barcelos, é apresentado no capítulo 4. As entrevistas, com a participação de bovinicultores do concelho, para complemento da análise social e conhecimento da sua perspetiva relativamente à problemática ambiental do setor, são apresentadas nos anexos e analisadas no presente capítulo. Para o efeito, foi avaliado o nível de conhecimento dos bovinicultores quanto à metodologia de tratamento dos seus efluentes por digestão anaeróbia, e auscultadas as dificuldades que os mesmos sentem na gestão dos efluentes produzidos e o modo como contornam o problema ambiental associado ao sector. Paralelamente, considerou-se oportuno conhecer as medidas e o nível de apoios financeiros existentes como veículos facilitadores para a implementação de metodologias de conhecer as medidas e o nível de apoios financeiros existentes como veículos facilitadores para a implementação de metodologias de tratamento dos efluentes produzidos nas vacarias e quais os entraves e ameaças que atualmente contribuem para que tratamento dos efluentes das vacarias ainda não seja uma realidade a curto prazo em Barcelos.

Assim, para a caracterização da situação atual do setor leiteiro e dos respetivos problemas ambientais, procedeu-se à realização de uma entrevista estruturada a partir de um questionário pré-elaborado (ver anexo 11.5) a uma amostra selecionada de 6 explorações-tipo com características diferentes entre si de modo a representarem todo o panorama do setor. Das 6 explorações selecionadas, E1, E2, E3, E4, E5, E6, apenas a exploração E2 não demonstrou disponibilidade em responder à entrevista.

Os conteúdos das 5 entrevistas realizadas são apresentados nos anexos 11.6 a 11.10 e foram analisados detalhadamente pela aplicação *Nvivo*.

5.2 Metodologia

5.2.1 O software *Nvivo*

O software *Nvivo* é uma aplicação informática que permite a partir de um texto escrito, fazer uma abordagem quantitativa do conteúdo do mesmo. Com esta aplicação é possível a partir de textos transcritos de entrevistas, fazer a contagem da frequência de citação palavras-chave presentes nos referidos documentos.

Posteriormente, o *Nvivo* relaciona o número de repetições de uma determinada palavra ou termo atribuindo-lhes um grau de importância. Desta forma é possível analisar quais os aspetos mais ou menos relevantes que os bovinicultores referem nas entrevistas dadas.

5.2.2 Descrição do questionário

A entrevista é composta por 5 grupos distintos de questões num total de 14 perguntas (ver Tabela 5.1).

O grupo 1 é composto por uma única questão, na qual se pretende conhecer a visão do bovinicultor acerca da evolução geral do setor da produção de leite no concelho de Barcelos na última década.

O grupo 2 é constituído por 5 questões referentes ao volume de produção de chorume e resíduos na exploração, o respetivo destino e o funcionamento da unidade no que concerne a fontes de energia e consumo de fertilizantes. Na primeira questão, o bovinicultor descreve, para além da produção diária de chorume na exploração, a capacidade de armazenamento do mesmo na fossa e a respetiva periodicidade de despejo. A segunda questão permite ao agricultor indicar se produz resíduo orgânico na sua exploração para além do chorume. Na terceira questão, o bovinicultor descreve o destino que dá ao efluente que é produzido na exploração. As duas primeiras perguntas permitem estimar se o bovinicultor aplica ou não fertilizantes externos e qual o tipo de climatização que dispõe na exploração.

O grupo 3 é composto por questões relacionadas com o impacto social do manejo dos efluentes de vacaria. A primeira questão aborda quais as dificuldades ou condicionantes sentidas pelo bovinicultor durante o manejo do efluente. Na segunda questão, averigua-se se o bovinicultor alguma vez foi alvo de manifestações negativas ou contestação por parte da população, turistas e autoridades resultantes de odores ou impactos ambientais causados pela gestão e manuseamento do efluente. A terceira questão pretende efetuar o levantamento do

posicionamento do bovinicultor perante o Plano Diretor Municipal (PDM) de Barcelos 2015 o qual refere o tratamento de efluentes pecuários como uma oportunidade.

O grupo 4 é constituído por uma única questão na qual o bovinicultor refere quais os seus conhecimentos relativamente à tecnologia de digestão anaeróbia e produção de biogás.

O grupo 5 é composto por 4 questões relacionadas com o potencial interesse do bovinicultor em investir no projeto e desenvolvimento de uma central de produção de biogás (CPB). Enquanto que na primeira questão, o bovinicultor afirma a sua aceitação na contribuição financeira numa CPB ara tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira, na segunda questão, o bovinicultor refere quais são as suas condicionantes na aceitação do referido projeto. A terceira questão deste grupo permite ao agricultor abordar quais seriam as mais-valias de uma CPB para a sua exploração e na quarta questão, o agricultor refere quais seriam os tipos de energia mais oportunos a produzir na referida instalação.

Tabela 5.1 – Caracterização da entrevista de acordo com os grupos de perguntas, descrição e objetivos.

Grupos de questões	Descrição	Objetivos
1	Questão única. Visão do bovinicultor acerca da evolução do setor do leite	Perceber qual o nível de conhecimento do bovinicultor acerca da evolução do setor na última década, em várias perspetivas
2	Constituído por 5 questões. Produção e gestão de efluentes e resíduos na exploração, destino dado aos efluentes, consumo de fertilizantes e climatização da exploração	O bovinicultor descreve a produção diária de efluente na exploração, periodicidade de despejo da fossa, capacidade de armazenamento da fossa, destino que dá ao efluente produzido, uso de fertilizantes externos e qual o tipo de climatização que dispõe na exploração
3	Constituído por 3 questões. Impacto social da gestão dos efluentes do ponto de vista do bovinicultor	Descrição das condicionantes sentidas pelo bovinicultor acerca da gestão e manuseamento do chorume; referencia ou não a manifestações por parte das pessoas acerca da poluição e maus cheiros do chorume; opinião do bovinicultor acerca referência da gestão de efluentes de vacaria no relatório ambiental do PDM de Barcelos de 2015.
4	Questão única. Conhecimentos do bovinicultor acerca da tecnologia de tratamento de efluentes por digestão anaeróbia	Abordagem do nível de conhecimentos por parte do bovinicultor acerca do conceito do biogás.
5	Constituído por 4 questões ligadas a eventual contribuição no investimento numa instalação de valorização e tratamento de efluentes de bovinicultura	Avaliar a eventual vontade do bovinicultor na contribuição no investimento de uma instalação centralizada de tratamento de efluentes de bovinicultura; quais as condicionantes por parte do bovinicultor na aceitação do financiamento; quais seriam as mais-valias para a sua exploração; tipos de energia produzidos a partir do biogás

A Tabela 5.2 descreve algumas características das 5 explorações de bovinos de leite de Barcelos que participaram no questionário elaborado. As explorações são caracterizadas de acordo com

a sua referência, nome, margem do Rio Cávado onde se situam geograficamente, freguesia, encabeçamento, data e hora de realização das entrevistas.

Tabela 5.2 – Caracterização das 5 explorações que responderam às entrevistas

Referência	Margem	Freguesia	Encabeçamento (CN)	Data	Hora
E1	Sul	Ucha	228	26/01/2017	9H00
E3	Sul	Chorente	115	26/01/2017	13h15
E4	Sul	Macieira de Rates	120	26/01/2017	14h30
E5	Sul	Courel	148	26/01/2017	15h45
E6	Norte	Cossourado	116	26/01/2017	17h30

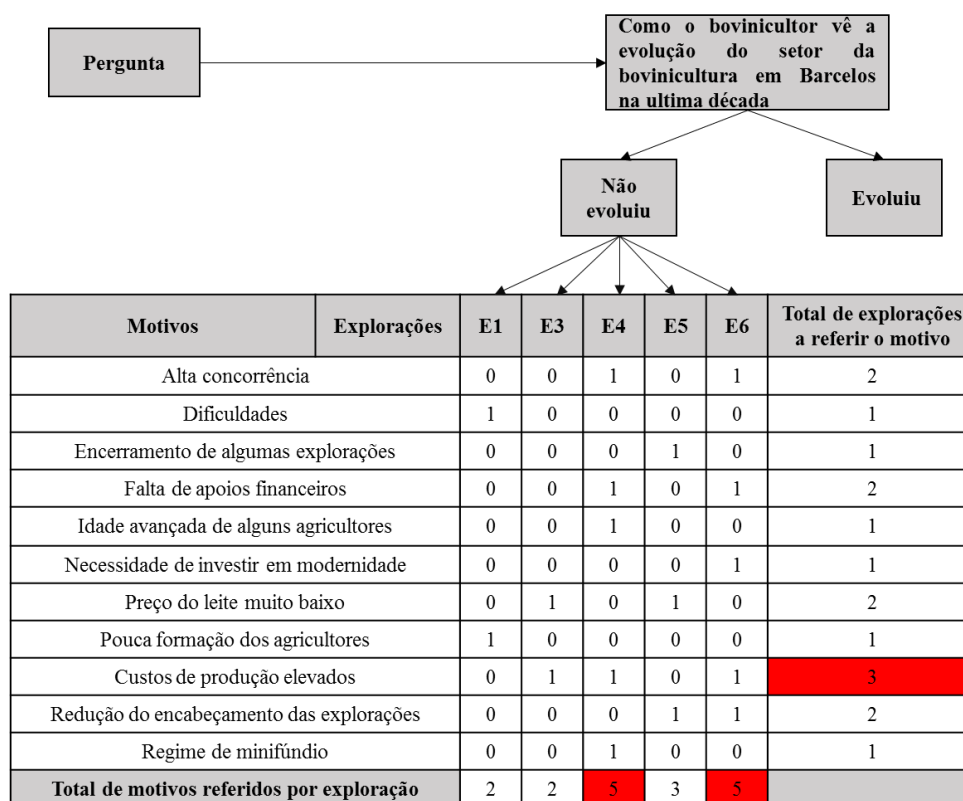
5.3 Resultados

5.3.1 Grupo 1 – Visão do setor da bovinicultura

Relativamente à evolução do setor da produção do leite na última década, todos os inquiridos responderam que o setor não evoluiu e justificaram a sua resposta com os motivos apresentados na Tabela 5.3. de referir que esta Tabela é composta por todos os motivos mencionados nas explorações E1, E3, E4, E5 e E6. A cada motivo identificado pela exploração foi atribuído o valor 1 e para os motivos já identificados pelas outras explorações mas não referidos pela exploração em análise, o valor 0. Com este método, foi possível saber qual o motivo mais referenciado por parte das explorações como justificação para a não evolução do setor, bem como aferir da sensibilidade e espírito crítico das explorações pela identificação do número de motivos mencionados para o estado de evolução do sector.

Sendo assim, duas das explorações (E4 e E6), identificaram 5 motivos como causa para a não evolução do sector, enquanto as explorações E1 e E3 apenas referem 2 motivos para o estado de desenvolvimento existente. No entanto, parece haver um consenso no que toca ao principal motivo para a situação atual do sector - a existência de custos de produção elevados (ver Tabela 5.3), motivo referido pela quase totalidade das instalações inquiridas. O baixo preço do leite e a falta de apoios financeiros, concorrem igualmente como motivos relevantes para a não evolução registada na última década.

Tabela 5.3 – Perceção dos bovinicultores acerca da evolução do setor leiteiro na última década em Barcelos



5.3.2 Grupo 2 – Produções e consumos nas explorações

Na Tabela 5.4 são apresentadas as respostas dadas pelos 5 bovinicultores entrevistados em relação à produção diária de chorume na exploração, volume da fossa de armazenamento e ainda a respetiva periodicidade de despejo.

A maioria dos bovinicultores afirmaram que os seus animais produzem uma média diária entre 10000 e 15000 litros de chorume, consoante a exploração em questão. Apenas a exploração E3 apresenta valores significativamente distintos das restantes explorações entrevistadas e com uma produção diária de chorume de 2000 litros. No entanto, comparando as explorações E3 e E4 com uma diferença de 5 cabeças normais (CN) entre ambas, verifica-se uma incoerência de valores de produção diária de chorume, ou seja, enquanto que a exploração E3 com 115 CN, produz 2000 litros diários de chorume, a exploração E4 com 120 cabeças normais afirmou que a sua produção diária era de 15000 litros de chorume. Esta situação pode relacionar-se com o fato de que o bovinicultor da exploração E3 ter afirmado que não tinha a certeza dos valores mencionados.

Em relação ao volume de fossa de armazenamento de chorume, verifica-se a proporcionalidade de valores para os 5 bovinicultores entrevistados em relação à respetiva produção diária de chorume.

A periodicidade de despejo da fossa varia de uma periodicidade mensal a uma periodicidade a cada 3-4 meses. Os bovinicultores afirmaram que a periodicidade de despejo varia em função das condições climáticas, já que se evita o despejo em épocas mais húmidas e com os solos encharcados. A fossa da exploração E3 é de todas as explorações, a que faz o despejo com maior frequência, pelo facto de a sua capacidade ser substancialmente mais reduzida em relação às restantes explorações.

Tabela 5.4 – Produção diária de chorume, volume da fossa de armazenamento e periodicidade de despejo da fossa em cada uma das 5 explorações de leite

Exploração	Produção diária (m³)	Volume da fossa (m³)	Periodicidade de despejo (meses)
E1	12	1200	3 a 4
E3	2	60	1
E4	15	1500	3
E5	10	1000	2,5 a 3
E6	10 a 12	1100	3

Na Tabela 5.5 estão representados os destinos que os bovinicultores afirmam dar aos efluentes produzidos nas suas vacarias, assim como a identificação de de outros resíduos orgânicos produzidos na exploração e o consumo de fertilizantes e corretivos nos solos.

Em relação ao destino dado ao efluente e de acordo com as respostas dadas, todos os bovinicultores afirmaram que aplicavam os chorumes das suas explorações nas fertilizações de terrenos. No entanto, apenas as explorações E2 e E3 afirmaram que não ter área de cultivo suficiente, o que implica a venda de excedente de chorume a terceiros. A exploração E4, além de aplicar o chorume nos campos, aplicava também em pequenas quantidades na sua horta familiar.

Das cinco explorações em estudo, duas referiram que produziam como outros resíduos orgânicos na exploração restos de silagem de milho que sobravam de um ano para o outro (E2 e E3). Uma das explorações, além de silagem de milho gera dejetos de animais de capoeira em pequenas quantidades (E2) e outra produz ainda esporadicamente resíduos de limpeza florestal (E4). Apenas duas explorações afirmaram que só produziam chorume de bovinos.

Em relação ao consumo de fertilizantes e corretivos de proveniência externa à exploração, todos os bovinicultores afirmaram que consumiam adubos sintéticos e cal.

Tabela 5.5 – Destino dado ao efluente, produção de outros resíduos e utilização de outros fertilizantes e corretivos em cada uma das 5 explorações

Exploração	Destino dado ao efluente	Outros resíduos produzidos	Outros fertilizantes utilizados
E1	Aplicação nos terrenos	Só chorume	
E3	Aplicação nos terrenos Venda do excedente a terceiros	Dejetos de capoeira e silagem de milho	
E4	Aplicação nos terrenos Venda do excedente a terceiros	Silagem de milho	Adubos sintéticos e cal
E5	Aplicação nos terrenos Aplicação em horta familiar	Silagem de milho e resíduos florestais	
E6	Aplicação nos terrenos	Só chorume	

A Tabela 5.6 representa as respostas dadas pelos bovinicultores acerca do tipo de climatização das respetivas explorações de leite. Segundo a mesma tabela, todos os bovinicultores afirmaram que as suas vacarias dispunham de ventilação natural.

Tabela 5.6 – Tipos de climatização das explorações

Explorações	E1	E3	E4	E5	E6
Tipo de climatização da exploração	Ventilação natural	Ventilação natural	Ventilação natural	Ventilação natural	Ventilação natural

5.3.3 Grupo 3 – Impacto social

A Tabela 5.7 representa esquematicamente as condicionantes sentidas pelos 5 bovinicultores entrevistados acerca da gestão dos efluentes produzidos nas respetivas explorações.

Na coluna da esquerda são apresentadas as condicionantes mencionadas por todos os 5 bovinicultores. No mesmo sentido, verificou-se que a condicionante mais referenciada foi a relativa ao respeito pelas épocas húmidas. As condicionantes menos evidenciadas foram: verificar o estado de conservação das fossas e a procura de pessoas interessadas na compra do chorume excedente. Verificou-se igualmente que duas das explorações referiram 5 condicionantes de manejo, enquanto que a exploração E3, apenas mencionou 2 condicionantes.

Tabela 5.7 – Condicionantes sentidas nas explorações de bovinos de leite acerca da gestão dos respetivos efluentes

Pergunta		Quais são as condicionantes na gestão dos efluentes no setor da bovinicultura em Barcelos?					
Condicionantes mencionadas pelas explorações	Explorações	E1	E3	E4	E5	E6	Total de referências à condicionante
Verificar a existência de derrames na fossa		0	0	1	0	0	1
Respeitar a direção dos ventos		1	0	1	1	0	3
Respeitar o bem-estar das pessoas		1	0	1	1	1	4
Respeitar as épocas húmidas		1	1	1	1	1	5
Evitar a poluição dos solos		0	0	1	1	1	3
Respeitar a qualidade das águas		0	0	0	1	1	2
Procurar a quem vender o excedente do chorume		0	1	0	0	0	1
Total de condicionantes mencionadas por exploração		3	2	5	5	4	

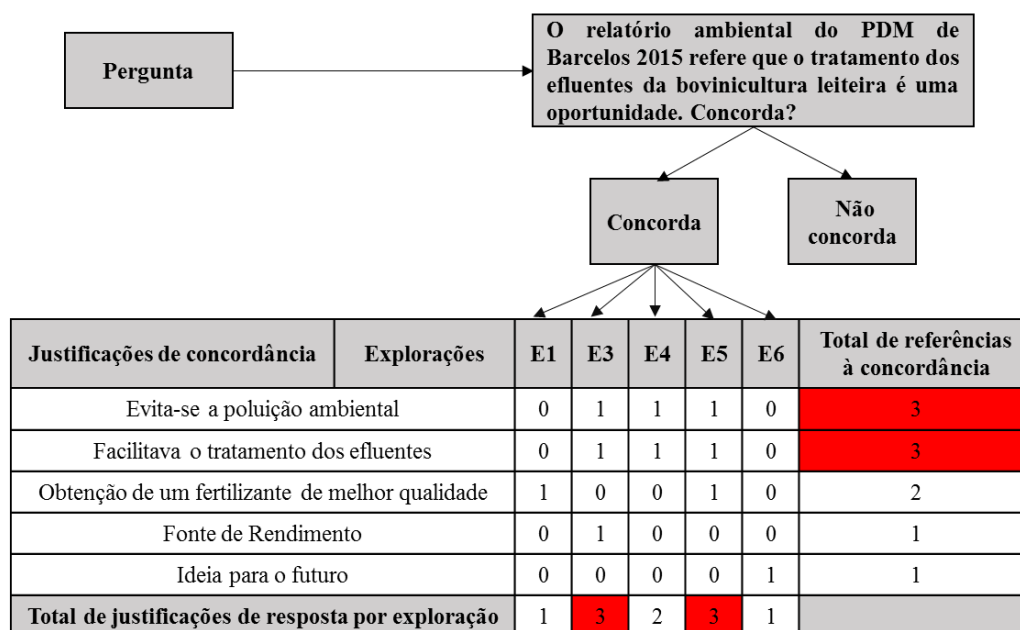
De acordo com a Tabela 5.8, nenhuma das explorações de bovinos de leite foi alvo de manifestações negativas por parte da sociedade em geral e por parte das autoridades.

Tabela 5.8 – Manifestações sociais nas explorações acerca da poluição ambiental e maus cheiros derivados do manuseamento dos efluentes

Explorações	E1	E3	E4	E5	E6
Existência de manifestações por parte das pessoas acerca dos problemas ambientais da gestão dos efluentes	Não	Não	Não	Não	Não

Perguntou-se também aos bovinicultores qual a sua posição relativamente ao descrito no relatório ambiental do Plano Diretor Municipal de Barcelos de 2015, o qual refere que o tratamento de efluentes provenientes da bovinicultura leiteira é uma oportunidade. De acordo com a Tabela 5.9, verificou-se que todos os bovinicultores afirmaram que concordavam com tal afirmação. Ainda na mesma tabela estão identificados os motivos que todos os bovinicultores evidenciaram. A facilidade em tratar o efluente antes de o aplicar nos solos e ainda a diminuição da poluição causada pelos mesmos foram os motivos mais referenciados pelos bovinicultores. O facto de constituir uma ideia para o futuro e de ser uma fonte de rendimento foram os motivos menos apresentados. Por outro lado, as explorações E3 e E5 foram as que mais concordaram com a afirmação do relatório ambiental do PDM, pois foram as que deram mais razões de concordância. As explorações que menos concordaram com o relatório ambiental do PDM foram as E1 e E6, referindo apenas um motivo de concordância.

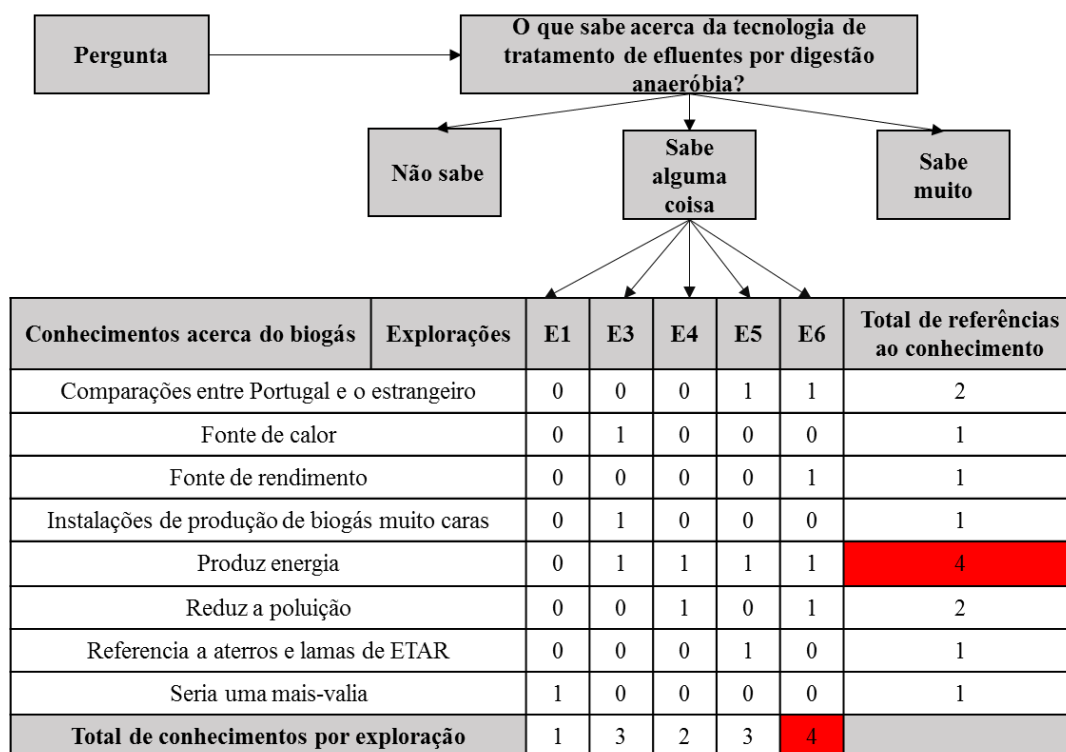
Tabela 5.9 – Níveis de concordância dos bovinicultores acerca do relatório ambiental do PDM de Barcelos 2015



5.3.4 Grupo 4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre a tecnologia de valorização de efluentes por digestão anaeróbia

No grupo 4, perguntou-se aos bovinicultores quais os seus conhecimentos acerca do conceito do biogás. A Tabela 5.10 representa esquematicamente os conceitos dados pelos bovinicultores acerca desta temática. Dos 5 bovinicultores entrevistados, 4 responderam que o tratamento dos efluentes por biogás produzia energia. Paralelamente, a exploração E6 foi a que mais conhecimentos demonstrou sobre o assunto, referindo 4 dos 8 conceitos atribuídos à totalidade dos bovinicultores. A exploração que revelou menos conhecimentos sobre o tema foi a E1, referindo apenas 1 conceito da lista.

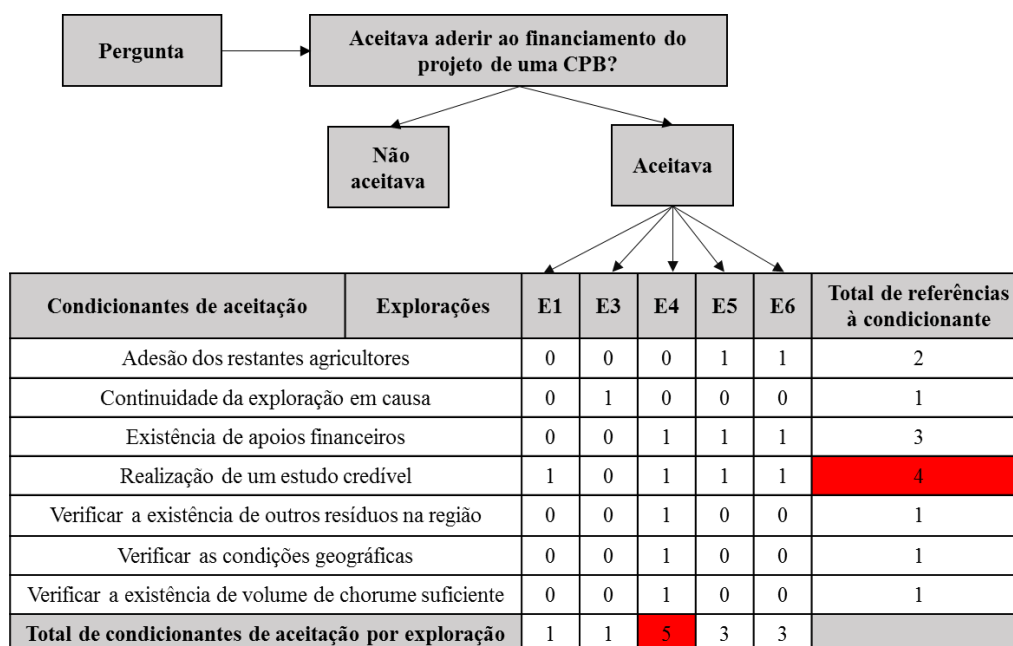
Tabela 5.10 – Avaliação dos conhecimentos dos bovinicultores acerca do conceito do biogás



5.3.5 Grupo 5 – Financiamento do projeto da CPB

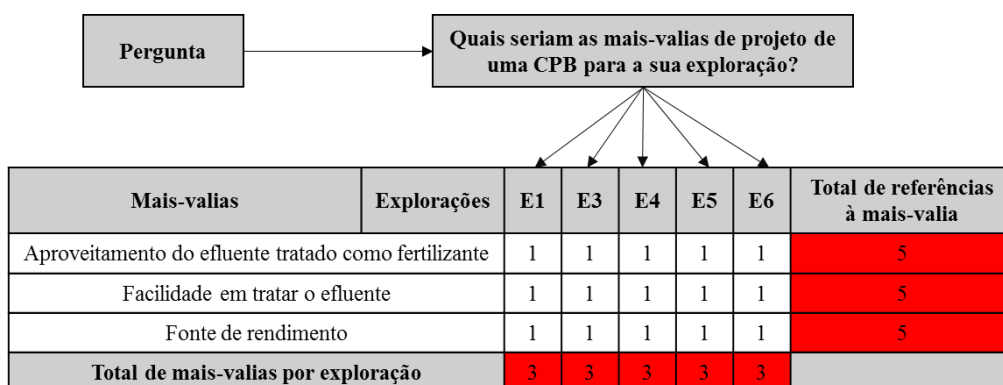
Questionou-se igualmente os bovinicultores se aceitariam contribuir financeiramente e em regime associativo, para o projeto de uma central de produção de biogás. A Tabela 5.11 representa esquematicamente as respostas dos 5 bovinicultores entrevistados. De acordo com a mesma Tabela, todos os bovinicultores aceitavam realizar a contribuição, mas mediante algumas condicionantes, apresentadas na coluna à esquerda. A condicionante mais referenciada foi a realização de um estudo prévio e credível sobre o assunto, referenciada por 4 dos 5 bovinicultores entrevistados. Por outro lado a exploração E4 demonstrou ser a mais exigente na aceitação financeira do projeto, sendo a que mais condicionantes referiu para o efeito, mencionando 5 das 7 condicionantes mencionadas por todos os bovinicultores. As explorações E1e E3 foram as explorações menos exigentes, evidenciando apenas 1 condicionante cada.

Tabela 5.11 – Condicionantes dos bovinicultores na aceitação da contribuição financeira de uma instalação centralizada de tratamento e valorização de efluentes pecuários.



Perguntou-se aos bovinicultores quais seriam as mais-valias de um projeto de uma CPB para a sua exploração, e todos responderam de igual forma que poderiam aproveitar o efluente tratado como fertilizante para cultivo, teriam mais facilidade em tratar o seu efluente e também que seria uma fonte de rendimento devido à eventual produção energética (ver Tabela 5.12).

Tabela 5.12 – Mais-valias da valorização dos efluentes, mencionadas pelos bovinicultores



Numa perspetiva energética, perguntou-se aos bovinicultores, caso contribuíssem para a instalação da CPB, quais seriam os tipos de energia e formas de aplicação do biogás em que estariam mais interessados, sendo que a questão em causa era de escolha múltipla. Na Tabela 5.13 estão esquematizadas as respostas dadas pelos 5 bovinicultores entrevistados.

Tabela 5.13 – Tipos de energias produzidas a partir da valorização do biogás, sugeridas pelos bovinicultores

Pergunta		Que tipos de energias teria que a CPB produzir?					
Tipos de energia produzida	Explorações	E1	E3	E4	E5	E6	Total de referências à energia
Calor		0	1	0	0	1	2
Eletricidade		1	1	1	1	0	4
Injeção na rede de gás		1	0	1	0	0	2
Alimentação de transportes públicos		0	0	0	0	0	0
Total de energias referidas por exploração		2	2	2	1	1	

De acordo com a tabela acima, destaca-se a energia elétrica referida por 4 dos 5 bovinicultores. Tanto a produção de calor como a injeção de biogás na rede de gás pública foram referenciadas por 2 bovinicultores. No entanto nenhum bovinicultor fez referência à utilização do biogás produzido para alimentação dos transportes públicos.

5.4 Conclusões

Segundo as respostas dadas pelos 5 bovinicultores nas entrevistas, o setor da bovinicultura leiteira no Concelho de Barcelos tem sofrido uma estagnação significativa. Os bovinicultores salientaram a falta de apoios financeiros atrativos, os custos de produção muito elevados, o regime de minifúndio e a alta concorrência do leite de outras regiões e do estrangeiro, como fatores que põem em causa a sua atividade.

Os conhecimentos dos bovinicultores acerca do tratamento dos efluentes por digestão anaeróbia é na maioria dos casos, reduzido. Tornar-se-ia assim oportuno a realização de eventos e campanhas de divulgação do conceito, para que os agricultores pudessem tomar medidas de prevenção no combate à poluição ambiental causada pelos efluentes resultantes do setor do leite. No entanto, os bovinicultores com alguns conhecimentos no assunto salientaram a necessidade de apoios financeiros para a construção de uma central de produção de biogás, uma vez que este tipo de infraestruturas representaria um custo muito elevado que teria que se refletir no seu produto final, o leite. Em acréscimo, seria oportuno realizar um estudo detalhado e fiável das condições da região para verificar a viabilidade técnica e económica do referido projeto.

Os bovinicultores referiram que, com um projeto desta natureza, seria possível, não só tratar o efluente, como aproveitar o efluente tratado como fertilizante das suas culturas, além de ser uma fonte de rendimento com obtenção de receitas de produção energética, nomeadamente energia elétrica, que de alguma forma atenuariam os custos de produção.

6. ENSAIO LABORATORIAL

6.1 Introdução

6.1.1 Produção de efluentes na bovinicultura em Barcelos

Como já foi referido em capítulos anteriores, o concelho de Barcelos tem uma forte tradição na bovinicultura leiteira, devido à grande quantidade de áreas agrícolas com solos férteis capazes de produzir forragens para alimentação dos animais. No entanto, este setor tem vindo a sofrer uma forte intensificação nos últimos anos, numa tentativa de se tornar competitivo com o setor do leite de outras regiões do país e estrangeiro. De acordo com Borges (2012), até ao mesmo ano, existiam em Barcelos 280 explorações de bovinicultura de leite com contraste leiteiro e um encabeçamento total de 18703 Cabeças Normais (CN). De acordo com estes dados e com o Decreto-lei 202/2006, de 24 de novembro, estimava-se uma produção anual de efluentes de 307204 m³.

De acordo com Ferreira *et al.* (2012), a pecuária representa o maior potencial de produção de biogás no setor animal devido à existência de um grande número de explorações pecuárias que necessitam tratar os seus próprios efluentes. A digestão anaeróbia permite reduzir a matéria orgânica dos efluentes em mais de 50%.

6.1.2 Valorização de óleos alimentares usados

De acordo com o Decreto-lei nº 267/2009 de 29 de setembro, a produção estimada de óleos alimentares usados (OAU) em Portugal é da ordem de 43 000 t a 65 000 t por ano, das quais cerca de 62 % são geradas no sector doméstico, 37 % no sector da hotelaria e restauração, e uma fração residual na indústria alimentar. Segundo o Relatório de Estado do Ambiente de 2017 (Fernandes *et al.*, 2017), recolheu-se 84% da produção de OAU em Portugal.

Os OAU podem ser valorizados de várias formas. De acordo com Nunes (2011), os OAU podem ser usados no fabrico de sabões, rações para animais, bioquímicos, biodiesel e podem ainda ser utilizados em codigestão anaeróbia para fins energéticos.

Segundo Soares (2010), no caso da indústria de sabões, a utilização de OAU tem como vantagem a poupança de matéria-prima virgem, uma vez que este setor necessita de consumir óleo na produção de sabões, reduzindo assim o impacto ambiental e custos de produção. No

entanto, para o caso da produção de rações de animais, a utilização de OAU deve ser limitada, pois estes óleos contêm substâncias tóxicas que acabam por ser ingeridas pelos animais e assim introduzidas na cadeia alimentar até ao consumo humano.

Nunes (2011), referiu que, no setor de bioquímicos, a utilização dos OAU tem como vantagens o seu fácil processamento no fabrico de pesticidas, tintas, adesivos e lubrificantes de componentes mecânicos com boa viscosidade e bom poder anti corrosão.

A digestão anaeróbia em determinadas condições de temperatura, pH e carga orgânica torna-se num processo vantajoso na valorização dos OAU. Neves (2009) revelou que a adição periódica de pequenas quantidades de OAU durante a codigestão de chorume de bovinos com resíduos alimentares a temperaturas mesófilas, aumentava a produção de metano.

6.1.3 Valorização de resíduos orgânicos alimentares

Em todo o mundo, cerca de 30% dos resíduos sólidos urbanos produzidos são resíduos orgânicos alimentares (Xiao, 2017). De acordo com a FAO, dos 1,3 biliões de toneladas de alimento produzidas, um terço é considerado desperdício ao longo de toda a cadeia de produção, estimando-se a previsão de um aumento de 44% entre os anos 2005 e 2025 devido ao aumento populacional nos países desenvolvidos (Melikoglu *et al.*, 2013; Xiao, 2017). Como consequência, torna-se oportuno encontrar uma forma eficiente para reduzir a produção dos resíduos alimentares orgânicos.

A digestão anaeróbia tem sido considerada uma forma promissora no tratamento e de valorização energética dos resíduos orgânicos. No entanto, em alguns casos, este tipo de resíduos devido aos custos de logística, baixa capacidade tampão e altos teores de gordura acabam por limitar a sua ampla utilização para este método de valorização (Xu *et al.*, 2018)

6.1.4 Objetivos do ensaio

Este ensaio laboratorial de produção de biogás à escala piloto foi dividido em duas fases distintas. Numa primeira fase, avaliou-se o desempenho do processo de digestão anaeróbia com diferentes níveis de gordura dos conteúdos dos reatores, a temperaturas e tempos de retenção hidráulica constantes.

Numa 2ª fase, avaliou-se o efeito da aplicação de pulsos de ar atmosférico no processo de digestão anaeróbia, mantendo a mesma proporção de resíduos orgânicos, temperatura e tempo de retenção hidráulica em todos os reatores.

6.2 Metodologia

6.2.1 Caracterização dos digestores anaeróbios

Para o presente estudo, foram utilizados 3 digestores em aço inoxidável, de alimentação semi-contínua (ver Figura 6.1), tendo cada um deles um volume total de 5 litros e um volume de trabalho de 4 litros.



Figura 6.1 – Reatores em pleno funcionamento, utilizados neste ensaio

A Figura 6.2 representa esquematicamente o funcionamento dos 3 reatores e de todo o respetivo equipamento anexo que compõem o sistema.

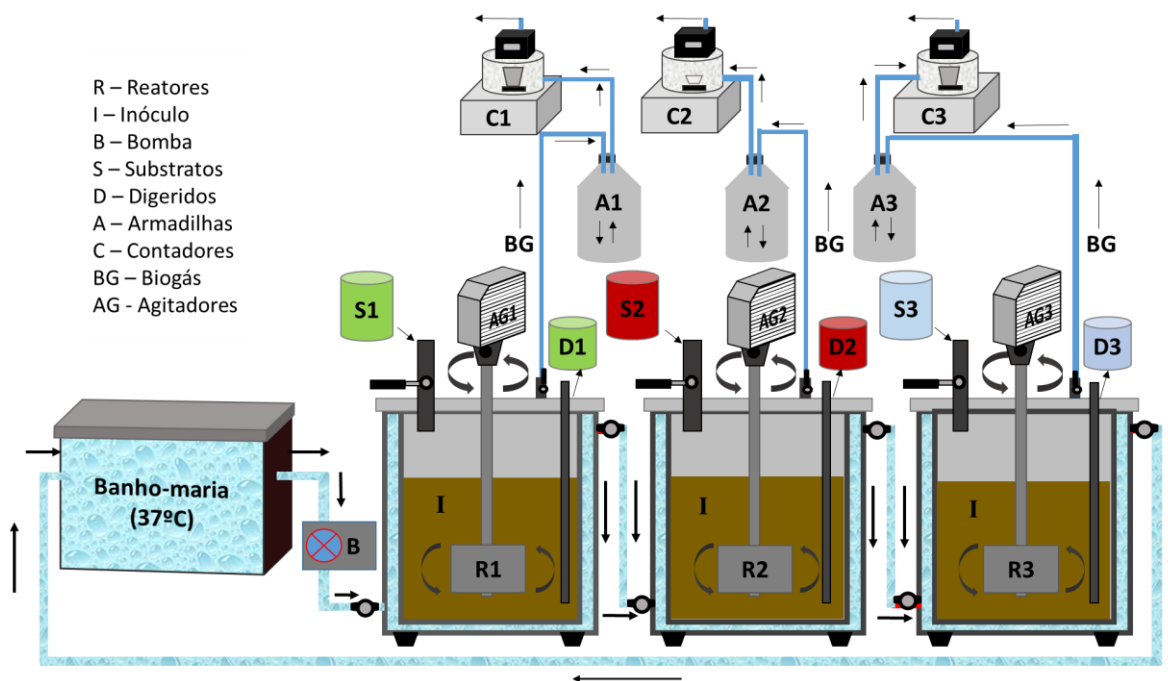


Figura 6.2 – Esquema do funcionamento dos reatores usados nas duas fases deste ensaio

Cada reator era constituído por uma parede dupla de aço inoxidável com caixa-de-ar, na qual circulava água quente a 37°C bombeada em circuito fechado, alimentada em série por um banho-maria e tubagem plástica flexível. Desta forma garantiu-se uma temperatura constante e favorável ao metabolismo do inóculo no interior de cada reator.

Para além do aquecimento, cada reator dispunha de um sistema de agitação composto por um motor elétrico localizado na posição vertical no centro da tampa de aço inoxidável do reator, seguido de um veio e uma pá de agitação localizada no interior do reator, que garantia a homogeneidade da biomassa localizada no interior. Os reatores foram agitados durante 2 horas nos dias em que se efetuava as respetivas alimentações.

A tampa de cada reator era composta por um orifício de entrada com torneira, no qual era introduzido o substrato de alimentação e um orifício de saída, no qual se extraía a biomassa digerida. Cada tampa dispunha ainda de um terceiro orifício, munido de uma torneira na qual era expelido o biogás produzido, que por sua vez atravessava um frasco de vidro (armadilha) e seguindo finalmente para o contador onde era contabilizado.

As armadilhas eram constituídas por uma tampa de borracha furada com um tubo de entrada e um tubo de saída do biogás e tinham como finalidade, não só a medição do teor de metano no biogás produzido, assim como a verificação de eventuais sucções de óleo provenientes dos contadores.

6.2.2 Contadores de biogás

Neste trabalho foram utilizados contadores de gás digitais Ritter Milligascounter, de baixa pressão e volume. Estes contadores eram constituídos por um recipiente de 120 ml de capacidade e um medidor digital. O interior do recipiente era constituído por um mecanismo oco fixo num eixo, totalmente mergulhado em óleo, uma entrada e uma saída de gás. A pressão do gás de entrada fazia com que o óleo entrasse na cavidade oca do mecanismo até este ficar cheio, caindo por gravidade, repetindo novamente o movimento em sentido inverso, completando um ciclo. Cada ciclo de movimentos correspondia a cerca de 3,21 ml de volume de gás proveniente do reator correspondido. Na parte superior do mecanismo eram registados em tempo real o volume de biogás medido.

6.2.3 Caracterização do inóculo

O inóculo escolhido para este ensaio foi a fração líquida de chorume de bovinos de leite, devido à presença de elevadas concentrações de arqueobactérias metanogénicas, referido por Monteiro *et al.*, (2011). Para este estudo, foram utilizados 12 litros de inóculo, repartidos em 4 litros por cada reator. O inóculo utilizado neste ensaio foi proveniente de uma vacaria situada na freguesia de Vilaça, concelho de Braga. Antes de ser recolhido da fossa da referida exploração, o chorume foi agitado durante 15 minutos, de forma a obter uma biomassa o mais homogénea possível. Posteriormente, o chorume recolhido foi crivado a 2 mm.

A Tabela 6.1 representa os teores de sólidos totais e voláteis do inóculo, quer do presente ensaio quer de ensaios de outros investigadores presentes na literatura.

Tabela 6.1 - Comparação das concentrações dos sólidos totais e sólidos voláteis do inoculo neste ensaio e em trabalhos realizados por outros investigadores

Sólidos	Ensaio	Neves <i>et al.</i> (2008)	Wei <i>et al.</i> (2015)
Sólidos totais (g/l)	18,9 ± 0,7	23,8 ± 0,1	34,7 ± 0,2
Sólidos voláteis (g/l)	12,9 ± 0,5	21,4 ± 0,7	18,7 ± 0,1

6.2.4 Caracterização dos substratos

Para este trabalho, utilizou-se como substratos os resíduos alimentares de uma cantina, fração líquida de chorume de bovinicultura leiteira e ainda óleo alimentar usado.

Fração líquida de chorume de bovinicultura leiteira

A fração líquida do chorume, utilizada como substrato neste ensaio foi proveniente da ETAR da vacaria da Escola Profissional Agrícola de Ponte de Lima. A Tabela 6.2 representa as concentrações médias dos sólidos totais e voláteis do chorume de vacaria, para este ensaio, quer utilizados anteriormente por outros investigadores.

Tabela 6.2 - Comparação das concentrações dos sólidos totais e sólidos voláteis da fração líquida do chorume usado neste ensaio e em trabalhos realizados por outros investigadores

Sólidos	Ensaio (média)	Neves <i>et al.</i> (2009)	Wei <i>et al.</i> (2015)
Sólidos totais (g/l)	18,1 ± 0,4	2,8 ± 0,5	29,14 ± 2,22
Sólidos voláteis (g/l)	11,6 ± 0,3	2,1 ± 0,4	18.04 ± 0,23

Resíduos orgânicos alimentares de cantina

Na primeira fase, os resíduos orgânicos alimentares foram provenientes de um restaurante de cozinha regional situado em Ponte de Lima. Os mesmos resíduos foram recolhidos ao longo de uma semana.

Para homogeneizar e aumentar a área superficial de modo a aumentar consequentemente a transferência de massa dos resíduos alimentares, optou-se posteriormente a trituração e liquidificação dos mesmos em laboratório. Para facilitar o processo de liquidificação, adicionou-se uma pequena quantidade de água, de modo a formar um creme de aspeto homogêneo, sendo finalmente congelado em pequenos recipientes de plástico fechados para posterior descongelação e alimentação diária dos reatores.

A Tabela 6.3 representa as concentrações médias dos sólidos totais e voláteis dos resíduos alimentares, para este ensaio, quer utilizados anteriormente por outros investigadores.

Tabela 6.3 - Comparação das concentrações dos sólidos totais e sólidos voláteis dos resíduos alimentares usados neste ensaio e em trabalhos realizados por outros investigadores

Sólidos	Ensaio (média)	Neves <i>et al.</i> (2009)	Zhang <i>et al.</i> (2011)
Sólidos totais (g/l)	171 ± 0,7	238 ± 1	181 ± 6
Sólidos voláteis (g/l)	160 ± 0,7	214 ± 7	171 ± 6

Óleo alimentar usado

O óleo alimentar usado (OAU) utilizado neste ensaio é óleo de fritura usado, proveniente de fritadeiras de uma cozinha industrial do mesmo restaurante de Ponte de Lima, no qual se recolheram os resíduos alimentares na 2ª fase (ver Figura 6.3).



Figura 6.3 – Aspeto visual do óleo alimentar usado, aplicado nas misturas de alimentação diária dos 3 reatores ao longo de ambas as fases do ensaio

A Tabela 6.4 representa as concentrações de sólidos totais e voláteis do OAU, utilizado no presente ensaio, assim como utilizado por Neves *et al.* (2009). Pela mesma tabela, verificou-se que as concentrações de sólidos totais e voláteis do OAU obtidas neste trabalho ultrapassaram as concentrações obtidas por Neves *et al.* (2009).

Tabela 6.4 - Concentrações de sólidos totais e sólidos voláteis do OAU neste ensaio e por Neves *et al.* (2009)

Parâmetros	Ensaio	Neves <i>et al.</i> (2008)
Sólidos totais (g/l)	1000	971 ± 5
Sólidos voláteis (g/l)	1000	972 ± 4

6.2.5 Delineamento experimental da 1ª fase

Condições de arranque dos reatores

As misturas de alimentação diária assim com os parâmetros de funcionamento de cada um dos 3 reatores na 1ª fase do ensaio estão descritos na Tabela 6.5. Os parâmetros de funcionamento foram idênticos em todos os reatores. Em relação às misturas de alimentação diária, os pesos totais assim como o volume de micronutrientes foram também idênticos em todos os reatores, variando somente as proporções dos substratos.

Tabela 6.5 - Proporções de resíduos utilizados na alimentação dos reatores 1, 2 e 3, sendo F.L.C.V.L.=Fração líquida de chorume de vacarias de leite; T.R.H.= Tempo de retenção hidráulica

	Descrição	Reator 1	Reator 2	Reator 3
Alimentação	F.L.C.V.L. (p/p)	75%	75%	75%
	Resíduos da cantina (p/p)	25%	20%	15%
	Óleo alimentar usado (p/p)	0%	5%	10%
	Peso diário de alimentação (g)	280	280	280
	Micronutrientes (ml)	0,280	0,280	0,280
Parâmetros	Inóculo	F.L.C.V.L.	F.L.C.V.L.	F.L.C.V.L.
	T.R.H. (d)	20	20	20
	Temperatura	37	37	37
	Volume de trabalho (l)	4	4	4

Alimentação dos reatores

A Tabela 6.6 representa os pesos de cada uma das componentes das misturas de resíduos de alimentação para os reatores 1, 2 e 3 durante a primeira fase do ensaio.

Tabela 6.6 - Pesos dos resíduos nas misturas de alimentação dos reatores 1, 2 e 3

Reator 1	Reator 2	Reator 3
• 210g de fração líquida de chorume de bovinos • 70g de resíduos da cantina da Uminho • 0,280 ml de micronutrientes	• 210g de fração líquida de chorume de bovinos • 56g de resíduos da cantina da Uminho • 14g de óleo alimentar usado • 0,280 ml de micronutrientes	• 210g de fração líquida de chorume de bovinos • 42g de resíduos da cantina da Uminho • 28g de óleo alimentar usado • 0,280 ml de micronutrientes

Modo de preparação das misturas de alimentação dos reatores

Num recipiente, adicionou-se os respetivos substratos para cada reator, com 0,28 ml de micronutrientes. Mexeu-se até ficar homogêneo e introduziu-se a mistura no funil de alimentação do respetivo reator.

6.2.6 Análises de rotina

Sólidos totais e sólidos voláteis

Foram determinadas as concentrações de sólidos totais e sólidos voláteis em percentagem, tanto para cada um dos 3 substratos como para os digeridos semanalmente analisados. Os sólidos totais e voláteis dos substratos foram analisados ocasionalmente à medida da respetiva rotura de stock e colheita dos mesmos.

Em relação aos digeridos, estes foram recolhidos em média semanalmente, fazendo 3 repetições para cada reator.

A metodologia para determinação dos sólidos totais e voláteis das biomassas envolvidas é descrita na seguinte ordem de procedimentos:

- Pré-aquecimento dos cadinhos em mufla a 550°C durante 30 minutos e posterior arrefecimento até atingirem a temperatura ambiente, de modo a eliminar a eventual absorção da humidade dos cadinhos durante o seu armazenamento.
- Pesagem dos cadinhos vazios (P1)
- Colocação de uma pequena quantidade de amostra fresca em cada cadinho
- Pesagem dos cadinhos com amostra fresca (P2)
- Colocação dos cadinhos com amostra fresca na estufa à temperatura de 104°C durante 24h, com o objetivo de eliminar a água contida nas amostras.
- Arrefecimento e pesagem das amostras secas (P3)
- Colocação das amostras secas na mufla à temperatura de 550°C durante 2h e posterior arrefecimento, de modo a eliminar a matéria orgânica da amostra.
- Pesagem das cinzas das amostras (P4).

As amostras foram pesadas numa balança analítica com precisão até 0,0001g

Os sólidos totais (ST) em percentagem foram determinados pela seguinte equação:

$$ST (\%) = \frac{(P3 (g) - P1 (g))}{(P2 (g) - P1 (g))} * 100$$

Os sólidos voláteis (SV) em percentagem foram determinados pela seguinte equação:

$$SV (\%) = \frac{[(P3 (g) - P1 (g)) - (P4 (g) - P1 (g))]}{(P2 (g) - P1 (g))} * 100$$

Rendimento de remoção de sólidos voláteis

O rendimento de degradação de sólidos voláteis (RRSV) permite comparar a concentração dos mesmos sólidos à entrada dos reatores (alimentação) com a concentração à saída dos reatores (digerido). A determinação do RRSV foi feita de acordo com a seguinte equação:

$$RRSV (\%) = \frac{SV \text{ saída}}{SV \text{ entrada}} * 100$$

Ácidos gordos voláteis (AGV)

Os AGV foram analisados por equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Este era constituído por uma coluna Rezex-ROA Organic Acids H⁺ (8%), 300x7.8mm e um detetor espectrofotométrico Jasco UV 2075 a um comprimento de onda de 210 nm e um tempo de corrida de 60 minutos por amostra. A temperatura de operação foi 60°C e utilizou-se H₂SO₄ a 0.025N como fase móvel, filtrada com uma membrana de porosidade de 0.2µm e degaseificado num banho de ultra-sons (Sonicor SC 52) durante 20 minutos.

As amostras foram centrifugadas durante 30 minutos a 15000 rpm e filtradas (0.2µm de porosidade). O ácido crotónico (43,5 mg/500 ml) foi usado como padrão interno. Na Tabela 6.7 estão representadas as equações das curvas de calibração para cada um dos AGV.

Tabela 6.7- Equações de curvas de calibração para a determinação das concentrações dos diferentes ácidos gordos voláteis

Ácido	Equação da curva de calibração	R ²
Fórmico	AA/AIS = 0,0050 * [A]/[IS] - 0,0021	0,9989
Acético	AA/AIS = 0,0028 * [A]/[IS] - 0,0016	0,9984
Propiónico	AA/AIS = 0,0027 * [A]/[IS] - 0,0015	0,9988
Iso-butírico	AA/AIS = 0,0038 * [A]/[IS] - 0,0020	0,9990
n-butírico	AA/AIS = 0,0029 * [A]/[IS] - 0,0023	0,9988
Valérico	AA/AIS = 0,0026 * [A]/[IS] - 0,0017	0,9991
Hexanóico	AA/AIS = 0,0023 * [A]/[IS] - 0,0016	0,9987

Em que:

- AA = Área do pico do ácido na amostra
- AIS = Área do pico do ácido crotónico (stock)
- [A] = Concentração do ácido na amostra a determinar (g/L)
- [B] = Concentração do ácido crotónico de stock (g/L)

Biogás produzido

O volume de biogás acumulado (ml) produzido por cada um dos reatores era constantemente medido por um contador digital, no qual se registava 1 vez por dia a sua leitura assim como a respectiva hora a que se efetuou a leitura. No entanto os contadores indicavam um valor de volume de biogás próximo do real, pelo que cada um dos contadores era sujeito a um fator de calibração. Deste modo era possível fazer um acerto entre as leituras marcadas e a produção real de biogás em cada reator

Percentagem de metano

O teor de metano do biogás produzido pelos 3 reatores foi medido diariamente num aparelho de cromatografia gasosa (GC) *Shimatzu GC -2014*. Este equipamento funcionava a uma temperatura de 220°C na chama, e utilizava o azoto e árgon como gases de arraste e o hidrogénio e oxigénio como gases de chama.

O biogás foi amostrado com uma seringa de vidro *gas-tight* de 0,5 ml. Usou-se uma mistura padrão, composta por 40% de metano, à temperatura ambiente e pressão atmosférica para determinar o teor de metano no biogás.

O valor dos teores de metano em cada reator foi obtido de acordo com a seguinte equação:

$$\% CH_4 = (\text{Área GC do pico do reator} * 40\%) / \text{Área GC do pico da mistura padrão}$$

6.3 Resultados da 1ª fase

Durante a 1ª fase do ensaio, verificou-se alguns imprevistos no desempenho da digestão anaeróbia devido à alta concentração orgânica do conteúdo dos reatores. Esta situação relacionava-se com a elevada quantidade de óleo alimentar usado (OAU) aplicado em diferentes concentrações nas misturas de alimentação diária dos reatores 2 e 3. Para tal, tentou-se contornar o problema, variando as misturas de alimentação ao longo do ensaio.

Assim sendo, a Tabela 6.8 apresenta a cronologia da gestão das misturas da alimentação dos reatores e tentativas de correções de alimentação ao longo dos 82 dias da 1ª fase do ensaio. Considera-se o dia 0 como o início do período de alimentação após a estabilização do inóculo

Tabela 6.8 - Gestão das misturas e correções de alimentação ao longo da 1ª fase do ensaio, sendo M= Manure, RA= Resíduos Alimentares e OAU= Óleo Alimentar Usado

Tempo (d)	Código	R1	R2	R3
0 – 12	1	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,20RA + 0,05OAU	0,75M + 0,15RA + 0,10OAU
12 – 22	2	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,25 RA
22 – 50	3	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,20RA + 0,05OAU	0,75M + 0,15RA + 0,10OAU
50 - 82	4	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,25RA	0,75M + 0,25RA

Nos tópicos seguintes, serão analisados a evolução de cada um dos parâmetros que caracterizam a digestão anaeróbia, nomeadamente, a percentagem de metano, o metano produzido diariamente por g de sólidos voláteis, o pH, a concentração de sólidos totais e sólidos voláteis e ainda a concentração de ácidos gordos voláteis por g de CQO.

6.3.1 Percentagem de metano

A Figura 6.4 representa a evolução da percentagem de metano medida ao longo da primeira fase do ensaio. De acordo com a mesma figura, observa-se que o reator 1, alimentado sem OAU, foi o reator com melhor percentagem de metano obtida de todos ao longo dos 82 dias de operação, atingindo os 70% de metano no biogás produzido. Nos restantes reatores, à medida que aumentava a concentração de óleo na mistura de alimentação, mais baixas eram a percentagens de metano obtidas. O aumento de concentração de OAU fez também aumentar a concentração de sólidos (ver Figura 6.7) e ácidos gordos voláteis (ver Figura 6.9) devido ao alto teor de gorduras. Atendendo a que as arqueobactérias metanogénicas não toleram meios ácidos, o seu metabolismo foi posto em causa, provocando uma acumulação de iões H^+ no meio, fazendo descer o valor do pH (ver Figura 6.6). O reator 2, alimentado com 5% de óleo atingiu os 65% de metano aos 12 dias de operação, baixando de seguida até 20% aos 22 dias. Após o período de suspensão de OAU na alimentação, a percentagem de metano voltou a subir atingindo o valor máximo de 65%. O reator 3, com maior concentração de OAU de todos na alimentação (10%) não excedeu os 45% aos 12 dias de operação, atingindo a inibição completa aos 68 dias.

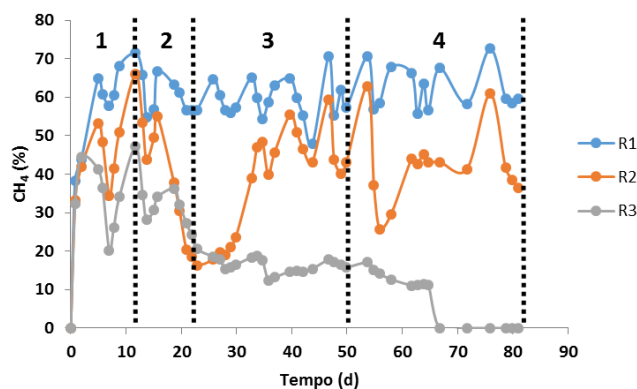


Figura 6.4 - Percentagem de metano atingida para cada um dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

6.3.2 Volume de metano produzido

A Figura 6.5 mostra a evolução do volume de metano produzido diariamente por g de sólidos voláteis de alimentação. De acordo com a mesma figura, verificou-se uma diminuição de produção de metano à medida que aumentava a concentração de óleo nos reatores nos 3 reatores, de forma idêntica à representada na figura 5.4.

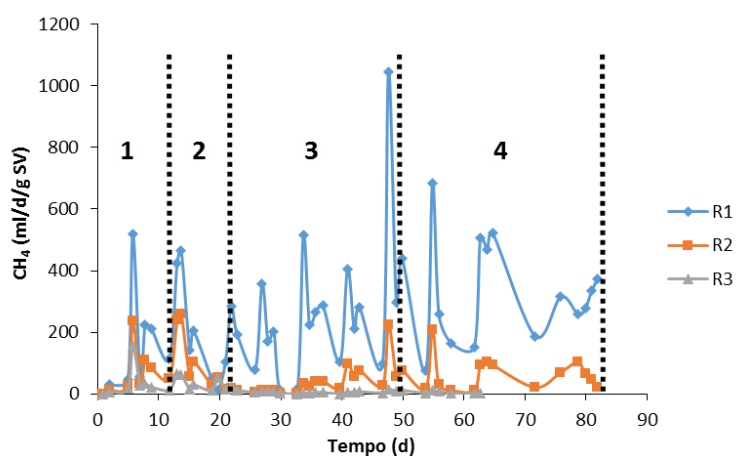


Figura 6.5 - Metano produzido diariamente pelos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio (ml/d/g SV), em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

Enquanto que o reator 1 atingiu valores próximos de 1100 ml de volume de metano diário, o reator 2 não chegou aos 300 ml e o reator 3 não ultrapassou os 150 ml, mantendo-se a produção de metano diária quase nula após os 22 dias de alimentação até ao final do ensaio.

6.3.3 pH

A Figura 6.6 representa graficamente a evolução do pH dos reatores 1, 2 e 3 ao longo dos 82 dias de alimentação da primeira fase. Pela mesma figura, verificou-se um efeito de descida do pH à medida que aumentava a carga orgânica do conteúdo dos reatores.

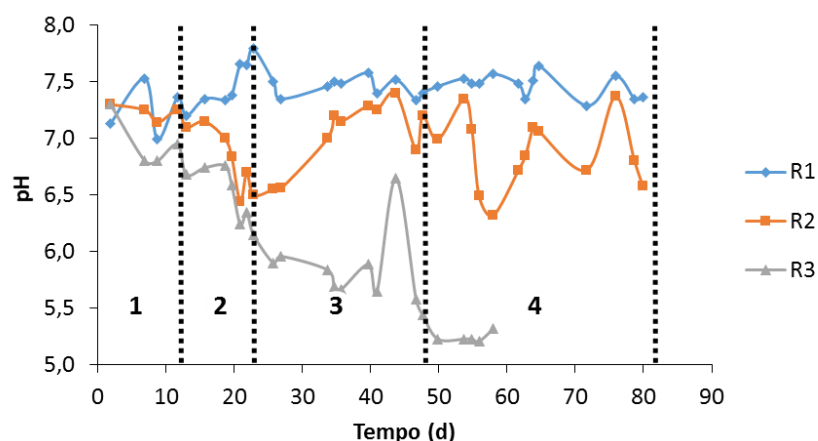


Figura 6.6 - pH medido diariamente dos reatores R1, R2 e R3 ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

O reator 1, com a menor carga orgânica de alimentação dos 3 reatores, manteve um valor de pH praticamente constante ao longo da 1ª fase do ensaio, variando entre 7 e 8. O reator 2, com concentração orgânica intermédia, manifestou um comportamento semelhante ao reator 1 durante os 12 primeiros dias, mas os valores de pH rapidamente desceram até 6,5. Tal facto relaciona-se com a acumulação de OAU, proveniente da mistura de alimentação, no conteúdo do reator. Em relação ao reator 3, verificou-se a maior descida dos valores de pH dos 3 reatores, atingindo o valor mínimo abaixo dos 5,5, situação que poderá relacionar-se com a maior concentração orgânica do conteúdo dos 3 reatores.

Verificou-se assim que o valor do pH nos 3 reatores era inversamente proporcional à concentração orgânica dos respetivos conteúdos. Geraldi (2003) afirma que, por um lado as arqueobactérias responsáveis pela acidogénese toleram valores de pH até 5, por outro lado as arqueobactérias metanogénicas apenas exercem a sua atividade com valores de pH entre 6,8 e 7,2. Em acréscimo, as membranas das arqueobactérias metanogénicas possuem um limite de absorção de iões H^+ . Sendo assim, com o aumento de carga orgânica, atingiu-se o limiar de absorção de iões H^+ por parte das arqueobactérias metanogénicas, levando a uma acumulação de iões H^+ no meio, provenientes da acidogénese, baixando o valor do pH. Desta forma verificou-se uma diminuição da produção de metano (ver Figuras 6.4 e 6.5) e inibição total do processo de digestão anaeróbia.

6.3.4 Sólidos totais e sólidos voláteis do digerido

A figura 6.7 representa a evolução da concentração de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) nos 3 reatores ao longo da 1ª fase do ensaio.

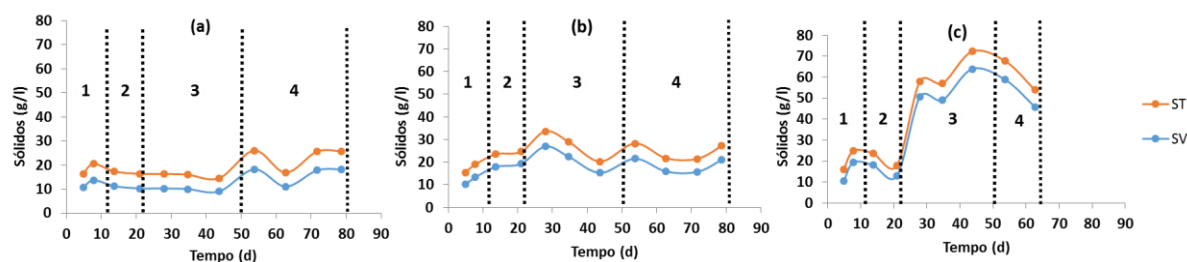


Figura 6.7 - Sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) dos digeridos dos reatores 1 (a), 2 (b) e 3 (c) ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

Em relação ao reator 1 (ver Figura 6.7-a), tanto a concentração de ST não ultrapassou os 30 g/l, enquanto que os sólidos voláteis ficaram abaixo dos 20 g/l. No reator 2 (ver Figura 6.7-b), as concentrações de ST e SV foram ligeiramente superiores às do reator 1, sendo que os ST atingiram valores próximos de 35 g/l e os SV não ultrapassaram os 25g/l. Em relação ao reator 3 (ver Figura 6.7-c), os valores de ST ultrapassaram os 70g/l e os SV superaram os 60g/l. Apesar das concentrações de ST e SV obtidas apresentaram valores mais baixos em comparação com os substratos, tal deve-se ao facto de que a fração líquida de chorume, que serviu tanto de inoculo como de componente da mistura de alimentação, apresentava um aspeto visual bastante diluído, com concentrações máximas de ST e SV de 23,89g/l e 15,46g/l (ver anexo 10.11). Em contrapartida, os resíduos alimentares, ricos em gordura, com concentrações de ST e SV de 221,79 g/l e 213,43 g/l e os OAU com 1000 g/l contribuíram para o aumento da concentração de sólidos nos 3 reatores. No entanto, nos reatores 2 e 3, foram os que obtiveram maior concentração de sólidos devido á adição de óleo alimentar usado, com 1000g de SV/l, aliados à inibição metanogénica (ver Figuras 6.4 e 6.5) contribuíram de uma forma significativa para os valores elevados de ST e SV no seu conteúdo.

6.3.5 Rendimento da remoção dos sólidos voláteis

A figura 6.8 representa a evolução do rendimento de remoção dos sólidos voláteis ao longo da primeira fase do ensaio. De acordo com a mesma figura, no período 1, verificou-se que o reator 1, sem adição de OAU na alimentação era de todos os reatores o que apresentou melhor rendimento de remoção de SV. No período 2, com a carência de OAU, o rendimento do reator 2 subiu ao mesmo tempo que o rendimento do reator 3 desceu. No período 3, após a carência de OAU na alimentação, o rendimento do reator 3 subiu até aos 40%, baixando novamente após

nova suspensão de OAU. O rendimento do reator 1 desceu desde os 40% aos 8 dias até 30% no fim do ensaio. O reator 2 atingiu o seu pico de rendimento máximo aos 28 dias de operação com 35%, descendo posteriormente até 15% no fim do ensaio.

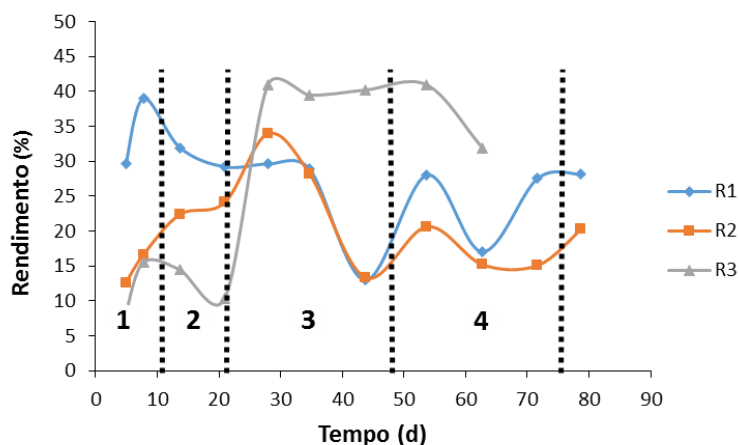


Figura 6.8 – Rendimento da degradação de sólidos voláteis dos reatores R1, R2 e R3, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

6.3.6 Ácidos gordos voláteis

A Figura 6.9 representa a evolução do comportamento das concentrações dos ácidos gordos voláteis (AGV) em mg CQO/l nos 3 reatores ao longo da 1ª fase do ensaio. Verificou-se que o reator 1 apresentava concentrações de AGV vestigiais devido à ausência de OAU. Os reatores 2 e 3 apresentavam concentrações de AGV intermédias e altas, respetivamente, em comparação ao reator 1 devido à presença de OAU em quantidades moderadas no reator 2 e quantidades elevadas no reator 3. No reator 3 verificou-se que a partir do 40º dia, a concentração de AGV decaíram, o que poderá relacionar-se com a suspensão da alimentação dos reatores com OAU no período 4. Tal como visto em parâmetros anteriores, verificou-se que o aumento da concentração de OAU estava relacionado com um efeito de inibição no metabolismo por parte das arqueobactérias metanogénicas, havendo acumulação de AGV e H^+ fazendo baixar o pH do meio (ver Figura 6.6), diminuindo a produção de metano (ver Figura 6.5).

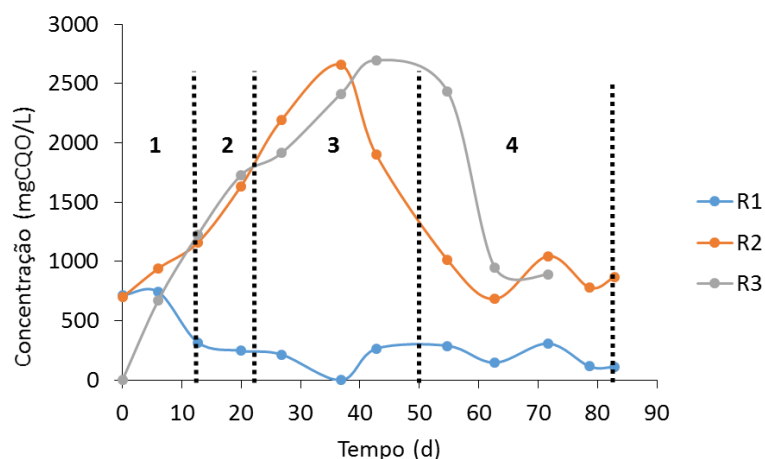


Figura 6.9 - Concentração de ácidos gordos voláteis obtidas dos reatores, em mg CQO/l ao longo da 1ª fase do ensaio, em que 1 e 3=alimentação completa; 2 e 4= Alimentação sem OAU (ver tabela 5.8 pag. 113).

6.3.7 Fenómenos de inibição de digestão anaeróbia detetados

Atendendo a que os reatores 2 e 3 foram sujeitos a uma alimentação excessiva em óleo, a mesma levou a uma toxicidade de gordura e carga orgânica nos conteúdos dos mesmos reatores, com excesso de sólidos voláteis e diminuição do respetivo pH. Em consequência, esta situação dificultou a degradação da biomassa dos reatores por parte do inóculo provocando a total inibição do processo da digestão anaeróbia.

6.4 Delineamento experimental da 2ª fase

6.4.1 Condições de arranque e alimentação diária dos reatores

Os parâmetros de arranque dos digestores assim como a respetiva alimentação diária durante a 2ª fase do ensaio estão descritos na Tabela 6.9. Os parâmetros de arranque eram idênticos nos 3 digestores assim como as misturas de alimentação diária. Apenas as doses de pulsos de ar apresentavam diferenças, que serão discutidas no ponto 6.4.3.

Tabela 6.9 - Condições de arranque e alimentação diária dos reatores 1, 2 3 na 2ª fase do ensaio, em que F.L.C.V.L.= Fração líquida de chorume de vacarias leiteiras; T.R.H.= Tempo de retenção hidráulica

Descrição		Reator 1	Reator 2	Reator 3
Alimentação diária	F.L.C.V.L. (p/p)	0,75	0,75	0,75
	Resíduos da cantina (p/p)	0,23	0,23	0,23
	Óleo alimentar usado (p/p)	0,02	0,02	0,02
	Peso da mistura de alimentação (g)	280	280	280
	Micronutrientes (ml)	0,280	0,280	0,280
Pulsos de ar (após 48d) (ml)		0	100	280
Parâmetros	Inóculo	1/3 R1 (1º fase) + F.L.C.V.L.		
	T.R.H. (d)	20		
	Temperatura	38		
	Volume de trabalho (L)	4		

6.4.2 Alimentação dos reatores

Na 2ª fase do ensaio fez-se uma segunda inoculação, na qual se eliminou o conteúdo dos reatores 2 e 3 da 1ª fase e dividiu-se o conteúdo do reator 1 da 1ª fase por todos os reatores em igual volume, perfazendo o resto do volume de trabalho com chorume líquido de vacaria leiteira. Deixaram-se os reatores estabilizarem-se durante alguns dias até se verificar a estabilização da curva da produção diária de biogás. Posteriormente aplicaram-se 3 misturas idênticas nos 3 reatores, cujas características estão evidenciadas na Tabela 6.10

Tabela 6.10 - Caracterização da mistura de alimentação diária a aplicar nos 3 reatores ao longo da 2ª fase

Substratos	Proporções (p/p)	Quantidades diárias
Chorume líquido (g)	0,75	210
Resíduos de restauração (g)	0,23	65
Óleo alimentar usado (g)	0,02	5
Micronutrientes (ml)	-	0,280

O chorume líquido era proveniente de uma vacaria leiteira pertencente à Escola Profissional Agrícola de Ponte de Lima e o óleo alimentar usado (OAU) era proveniente das fritadeiras de um restaurante de gastronomia regional e tradicional de Ponte de Lima. Foram também recolhidos do mesmo restaurante os resíduos alimentares durante 1 semana. Esses resíduos eram compostos por uma mistura de restos de pratos de carne, peixe, hortaliças, fruta, sobremesas e molhos.

Durante alguns dias, fez-se a alimentação diária e análise de todos parâmetros até verificar a estabilização dos 3 reatores.

6.4.3 Aplicação de pulsos de ar atmosférico

O oxigénio é frequentemente associado a um agente inibidor da digestão anaeróbia (Botheju & Bakke, 2011). No entanto, em estudos anteriores, tem-se comprovado que em alguns casos, o oxigénio torna-se benéfico no metabolismo de determinadas arqueobactérias que durante a acidogénese libertam enzimas na presença do oxigénio que vão facilitar a fase da hidrólise da digestão anaeróbia (Hasegawa *et al*, 2000; Botheju & Bakke, 2011). Em acréscimo, o oxigénio em quantidades limitadas inibe a formação de certos compostos tóxicos durante a digestão anaeróbia, como o ácido láctico e etanol (Zeng & Deckwer, 1996; Botheju & Bakke, 2011). Outra vantagem do oxigénio residual é a redução da formação de ácidos gordos voláteis em digestores, reduzindo a probabilidade de quedas do valor de pH (Botheju *et al.*, 2010; Botheju & Bakke, 2011).

Apos 48 dias da nova inoculação, a produção de biogás e metano estabilizou nos 3 reatores, dando início à aplicação dos pulsos de ar atmosférico nos reatores. O objetivo seria analisar a produção de biogás e metano assim como a degradação dos lípidos pelos microrganismos com a aplicação de diferentes quantidades de ar atmosférico nos reatores.

Sendo assim, o reator 1 não sofreu qualquer aplicação de ar, dado a que era considerado o reator testemunha. No reator 2 foi aplicado pouco ar atmosférico e no reator 3 mais ar atmosférico.

6.4.4 Análises de rotina

O procedimento de análises de rotina da 2ª fase é semelhante ao procedimento da 1ª fase nos seguintes parâmetros:

- Biogás produzido
- Metano produzido
- Percentagem de metano
- Sólidos totais e sólidos voláteis do digerido
- Rendimento de degradação de sólidos
- pH
- Ácidos gordos voláteis

Aos 48 dias do início da 2ª fase e em acréscimo aos parâmetros anteriores, mediu-se o potencial de oxidação-redução da biomassa digerida recolhida diariamente, com o auxílio de um multímetro com uma sonda apropriada.

6.5 Resultados da 2ª fase

6.5.1 Percentagem de metano

A Figura 6.10 representa a evolução das percentagens de metano obtidas para cada um dos reatores ao longo da segunda fase. De acordo com a mesma figura, verificou-se que as percentagens de metano eram muito semelhantes nos 3 reatores até ao fim do ensaio. No entanto, a percentagem de metano só foi medida a partir do 10º dia de operação, apresentando valores de percentagem de metano entre 60 e 70% até ao fim do ensaio. No entanto as variações das percentagens de metano eram mais visíveis desde o início da aplicação dos pulsos de ar do que sem pulsos de ar, embora não se verifique diferenças significativas na aplicação dos pulsos de ar entre os diferentes reatores. O mesmo comportamento se verificou para as produções de metano diárias por g de SV (ver Figura 6.11) e para o pH (ver Figura 6.12). Esta situação comprova que os pulsos de ar favorecem o metabolismo dos microrganismos anaeróbios facultativos durante a hidrólise. No entanto, as dosagens de pulsos de ar aplicadas não foram significativamente diferentes entre os 3 reatores para avaliar o efeito dos pulsos de ar na percentagem de metano no biogás produzido.

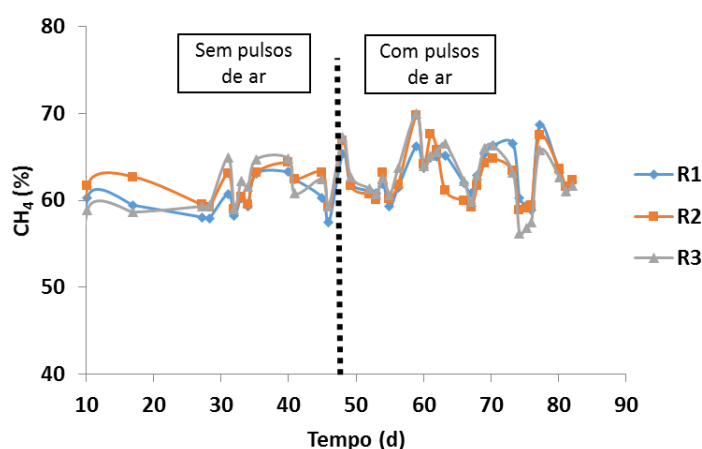


Figura 6.10 - Percentagem de metano dos reatores 1, 2 e 3 medido ao longo da 2ª fase do ensaio

6.5.2 Volume de metano produzido

Na Figura 6.11 está representada a evolução da produção diária de metano nos reatores 1, 2 e 3 por g de sólidos voláteis ao longo da segunda fase do ensaio. Verificou-se que a produção diária de metano aumentou gradualmente nos 3 reatores até aos 25 dias, oscilando entre 150 e 350 ml/dia/g SV até ao início da aplicação dos pulsos de ar. Após a aplicação dos pulsos de ar, os valores de volume de metano oscilavam entre os 100 e 400 ml/dia/g SV. As oscilações

verificadas podem relacionar-se com facto de coincidirem com os fins-de-semana em que os reatores não foram alimentados. No entanto, as maiores oscilações registam-se durante o período de aplicação dos pulsos de ar, indo ao encontro dos resultados das percentagens de metano (ver Figura 6.10) e pH (ver Figura 6.12) como dito anteriormente.

Comparando as taxas de produção de metano entre os 3 reatores, verificou-se que o reator 2 foi o que mais produziu metano durante todo o tempo de operação. No período pré-pulsos de ar, o reator 2 atingiu a produção de 350 ml/dia/g SV, face aos reatores 1 e 3, ambos atingindo os 300 ml/dia/g SV. Durante o período da aplicação de pulsos de ar, o reator 2 atingiu a produção de 420 ml/dia/g SV, face aos reatores 1 e 3, ficaram-se pelos 400 e 350 ml/dia/g SV, respetivamente.

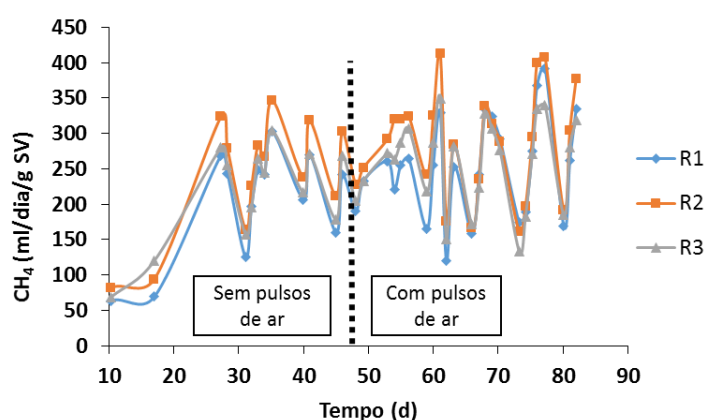


Figura 6.11 - Metano produzido diariamente pelos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio (ml/d/g SV)

6.5.3 pH

A Figura 6.12 representa a evolução dos valores de pH para cada um dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da segunda fase do ensaio. Não se verificaram diferenças significativas entre os 3 reatores até ao início da aplicação dos pulsos de ar. Durante a aplicação dos pulsos de ar, verificou-se que os reatores 2 e 3 apresentavam valores mais estáveis de pH, face ao reator 1 (sem pulsos de ar). Botheji & Bakke (2011) afirmaram que o oxigénio aplicado em pequenas doses estabilizava o processo de digestão anaeróbia, mantendo os valores de pH próximo do neutro.

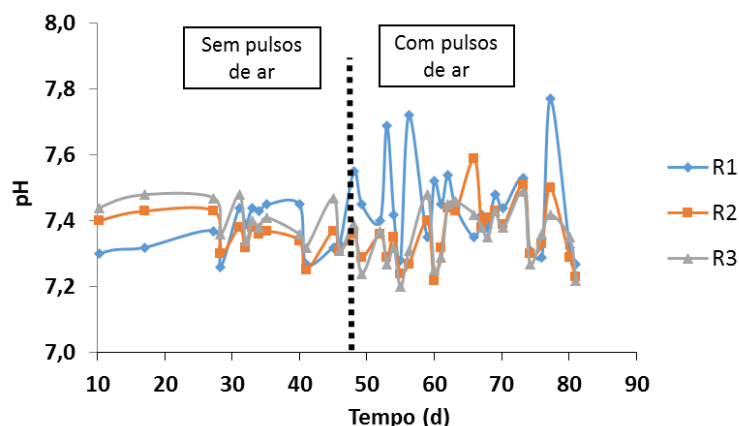


Figura 6.12 - pH medido diariamente dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 1ª fase do ensaio

6.5.4 Potencial de oxidação redução

O potencial de oxidação redução (POR) é a capacidade de uma partícula ganhar ou receber elétrons. De acordo com Anderson (2004), o início da digestão anaeróbia é otimizado para valores de POR próximos de -350 mV, de modo a favorecer a atividade microbiana. No presente ensaio, apenas se procedeu à medição do POR dos 3 reatores após o início do tratamento com os pulsos de ar. A Figura 6.13 representa a evolução do POR durante a aplicação dos pulsos de ar. De um modo geral, os valores deste parâmetro baixaram de -250 no início do tratamento com os pulsos de ar para -380 mV no final do ensaio. Nghiem *et al.* (2014) realizaram um ensaio de codigestão anaeróbia de lamas de ETAR com fração orgânica de resíduos sólidos urbanos e resíduos agrícolas, com adição periódica de oxigénio. O mesmo oxigénio era proveniente de uma botija de oxigénio hospitalar, que era injetado no reator a um caudal de 0,14 ml/s através de uma válvula controlada que só abria a passagem do oxigénio no reator, quando o POR variava entre -290 e -310 mV. Estes autores concluíram que nestas condições reduzia-se a formação de H_2S no digestor, assegurando a estabilidade da digestão anaeróbia. No entanto, para o presente ensaio, verificou-se que o reator 3 com maior volume de ar atmosférico adicionado (280 ml) apresentava valores de POR mais elevados, revelando-se o mais instável dos 3 reatores.

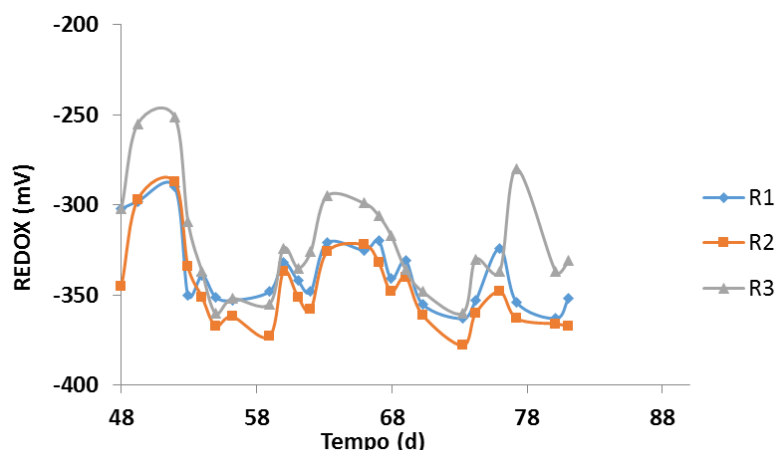


Figura 6.13 - Potencial redox medido diariamente dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio (mV)

6.5.5 Sólidos totais e voláteis

A Figura 6.14 representa a evolução das concentrações de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) do efluente para os reatores 1 (ver Figura 6.14-a), 2 (ver Figura 6.14-b) e 3 (ver Figura 6.14-c) ao longo da segunda fase do ensaio. De acordo com a mesma, verificou-se que as concentrações de ST e SV dos reatores 1 e 2 subiram de um modo geral até aos 55 dias de operação atingindo os 40 e 30g/l, respetivamente, baixando posteriormente no restante tempo de operação. No caso do reator 3, a concentração de ST e SV subiram gradualmente nos primeiros 15 dias de operação, baixando depois temporariamente até aos 30 dias retomando a subida até ao pico nos 35 dias, com 45 e 35g/l, respetivamente, baixando posteriormente até ao fim do ensaio.

A subida dos ST e SV em todos os reatores estaria relacionada com a acumulação de substrato com maior concentração de sólidos do que o inóculo, à medida que os reatores iam sendo alimentados, baixando posteriormente e estabilizando o processo.

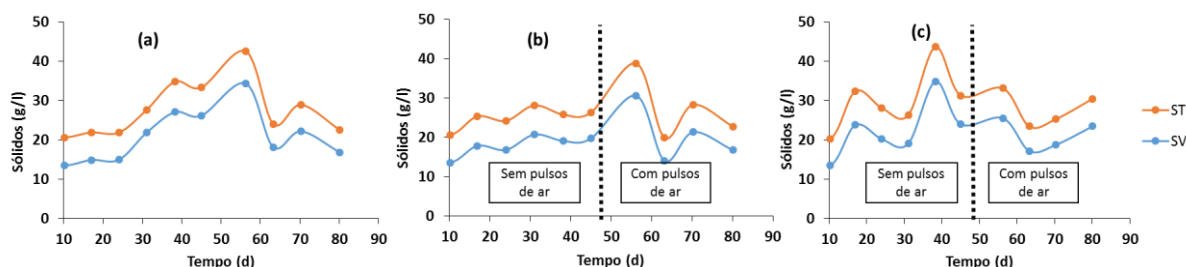


Figura 6.14 - Sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) dos reatores 1 (a), 2 (b) e 3 (c) ao longo da 2ª fase do ensaio

6.5.6 Rendimento de remoção de sólidos voláteis

A Figura 6.15 representa a evolução do rendimento de remoção de sólidos voláteis ao longo da segunda fase do ensaio. As curvas dos 3 reatores assumiam um comportamento semelhante à evolução da concentração de sólidos (ver Figura 6.14). O reator 3 atingiu o pico de remoção de sólidos aos 35 dias, baixando posteriormente, enquanto os restantes reatores atingiram o pico de remoção de sólidos aos 55 dias de operação.

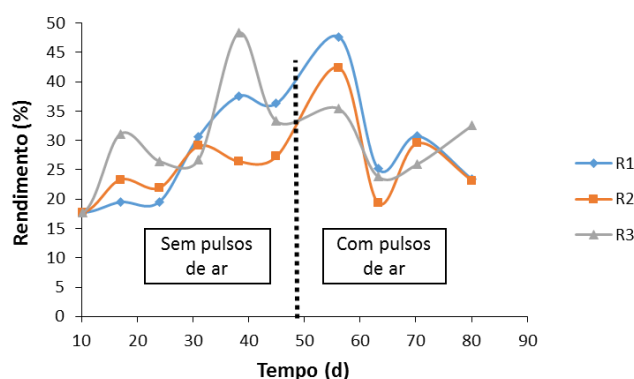
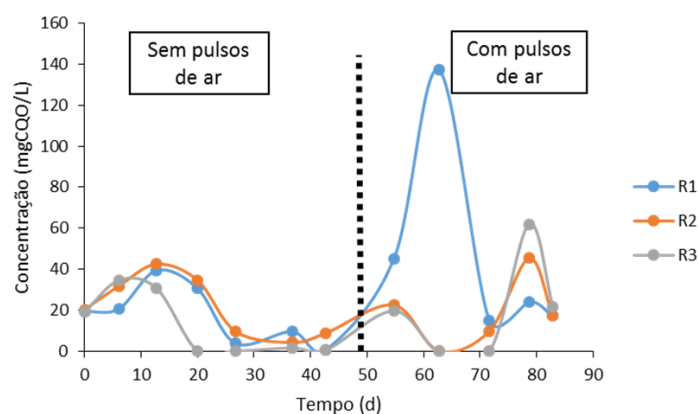


Figura 6.15 – Rendimento de remoção de sólidos voláteis dos reatores 1, 2 e 3 ao longo da 2ª fase do ensaio

6.5.7 Ácidos gordos voláteis

A Figura 6.16 representa a evolução do comportamento das concentrações dos ácidos gordos voláteis (AGV) em g CQO/l nos 3 reatores ao longo da 2ª fase do ensaio. Comparando com as concentrações dos AGV da primeira fase (ver figura 6.11) verificou-se que na segunda fase as concentrações de AGV eram significativamente mais baixas que na 1ª fase. Esta situação deve-se por um lado a que a carga orgânica dos reatores na segunda fase fosse significativamente mais baixa. Os pulsos de ar influenciaram na degradação do ácido acético uma vez que as concentrações deste ácido eram mais elevadas no reator 1 do que nos reatores 2 e 3 com aplicação dos pulsos de ar.



6.6 Conclusões

A digestão anaeróbia a temperaturas mesófilas é uma alternativa viável no tratamento de resíduos e efluentes orgânicos. No entanto, é preciso ter em consideração o dimensionamento da carga orgânica a aplicar nos digestores, de modo a não criar toxicidade na atividade dos microrganismos, uma vez que estes têm uma capacidade limitada na degradação de biomassas com altos teores em gordura. Para valores de concentração de OAU na alimentação superiores a 5%, a taxas de produção de metano, as percentagens de metano e os valores de pH baixaram. Tal situação provocou uma acumulação de ácidos gordos voláteis e iões H^+ provenientes da acidogénese, baixando os valores de pH, inibindo todo o processo de digestão anaeróbia.

Neste ensaio, a aplicação diária de 100 ml de ar durante a alimentação dos reatores permitiu não só maior estabilidade do processo como melhor taxa de produção de metano/dia/g de SV. No mesmo sentido, conclui-se que a adição de volumes de ar superiores não só vai tornar o processo mais instável como também provocar uma certa inibição do processo, com taxas de produção de metano inferiores.

7. ANÁLISE ESPACIAL MULTICRITÉRIO SIG PARA A DEFINIÇÃO DO POTENCIAL DA LOCALIZAÇÃO DE UMA UNIDADE DE TRATAMENTO E VALORIZAÇÃO DE EFLUENTES DE VACARIAS NO CONCELHO DE BARCELOS

Versão traduzida em Português de:

Rodrigues, C., Rodrigues, A.C., Cândida Vilarinho, C., Alves, M., Alonso, J.M. (2018). *Spatial multicriteria GIS-based analysis to anaerobic bio-gas plant site location for dairy cattle slurry treatment and recovery (Barcelos, NW Portugal)*. In *Regional Helix Conference 2018, Guimarães*.

Resumo em português: ver pag. VI

Abstract: ver pag. VII

7.1 Introdução

A aptidão da terra, o desenvolvimento científico e tecnológico e os mercados do setor agropecuário permitem a intensificação, concentração e especialização da bovinicultura de modo a produzir em larga escala. Este setor gera, no entanto, resíduos e efluentes com potenciais impactos sobre os recursos naturais e sobre as condições ambientais, pressões e conflitos sociais, bem como aumentar os requisitos legais, políticos e técnicos para definir e implementar soluções sustentáveis técnicas, económicas e organizacionais.

Entre os diferentes sistemas centralizados e distribuídos de tratamento e recuperação de resíduos e efluentes destacam-se o interesse e potencial na conceção, localização e dimensionamento de unidades de produção de biogás por digestão anaeróbia. A economia circular promove a recuperação de energia dos efluentes pecuários, incluída no planeamento inovador do uso da terra em áreas periurbanas, modelos de governança local e políticas de energia renovável.

O processo biológico de digestão anaeróbia permite a produção do biogás, uma mistura energética de gases combustíveis, a partir de resíduos orgânicos. Além disso, a digestão anaeróbia promove a redução de impactos ambientais, diminuição de odores desagradáveis e

emissões de gases de efeito estufa e permite obter um fertilizante orgânico mais apto a incorporar nos solos agrícolas (Gonçalves, 2010). As melhorias nos processos físicos, químicos e tecnológicos da produção de biogás implica avaliar os padrões espaço-temporais de produção de chorume e utilizar balanços a nível local e agrícola visando identificar e gerir processos de tratamento e recuperação (Bardi *et al.*, 2005), relacionados à localização de unidades de biogás, dimensionando e apoiando a logística associada (Höhn *et al.*, 2014).

Os avanços científicos e tecnológicos no nível de produção de biogás relacionados com a otimização da operação de instalações para produção de biogás devem fornecer dados para melhorar os modelos de decisão de localização de biogás em nível local ou regional. As políticas ambientais e energéticas com análise e modelagem de sistemas socio ecológicos locais permitem soluções integradas de localização, tamanho e otimização da organização e operação de instalações de digestão aeróbia para a produção de biogás.

Os dados espaciais sobre as condições ambientais (clima, geologia, solo, orografia, hidrologia, distribuição das espécies) e sistemas socio-ecológicos, incluindo dados demográficos e económicos, nomeadamente estradas, transportes, águas residuais e infraestruturas energéticas associadas, bem como os padrões de produção e disponibilidade de biomassa são essenciais para o desenvolvimento de modelos espacialmente explícitos para a localização do local da unidade de tratamento por biogás.

Neste estudo pretende-se avaliar e localizar as áreas com mais potencial para construir uma ou mais unidades de tratamento e valorização de efluentes da bovinicultura no concelho de Barcelos. Para o efeito foram seleccionados critérios e respetivos dados espaciais em SIG sendo ambientais (proteção), sociais (responsabilidade e segurança) e económicos (viabilidade).

7.2 Metodologia

Neste estudo fez-se uma abordagem multidisciplinar, sistémica e espacial que visa integrar diferentes critérios ambientais, sociais e económicos, considerando os recursos naturais, a estrutura legal, os requisitos sociais e os custos de localização das unidades de biogás. O modelo de desenvolvimento multicritério espacial de decisão incluiu as seguintes tarefas sequenciais, nomeadamente:

1. Definição do problema e respetivo âmbito, utilizando dados disponíveis e entrevistas com agricultores, investigadores, decisores políticos e outras partes interessadas do sector leiteiro na área do município de Barcelos, NW Portugal);

2. Introdução e definição de multicritérios informativos / fatores baseados em revisão bibliográfica em estudos realizados anteriormente por especialistas em conhecimento temático e espacial resultando em 5 critérios ambientais, 7 critérios sociais e 5 critérios económicos (ver Tabela 7.1);
3. Os dados espaciais de referência e temáticos coletados assim como os dados primários relacionados com as características das explorações leiteiras fornecidas pela cooperativa de agricultores locais (Borges, 2012), foram submetidos a transformações espaciais e de formato (colheita de dados). Após georreferenciação, os dados foram processados utilizando-se parâmetros técnicos de produção e técnicas de interpolações espaciais; a natureza multidisciplinar dos conjuntos de dados espaciais implicou a parametrização de dados usando amplitudes e histogramas de análise de variabilidade de valores; todos os fatores foram reclassificados em escala categórica de 0 (sem condições para localizar a unidade de biogás), 1 (condições mínimas) a 5 (condições ótimas) usando modeladores espaciais e conhecimento especializado em planeamento energético;
4. O processo de análise de modelagem espacial inclui análise de distância, operações de sobreposição de *layers*;
5. O processo de hierarquia analítica (AHP) usado em locais de modelos baseados em SIG (Spigolon *et al.*, 2015) compara a importância relativa entre cada par de critérios (ver tabela 6.1) usando uma escala categórica de comparação que permite definir o peso dos fatores ambientais, sociais e económicos na modelagem de localização de plantas de biogás;
6. Os primeiros resultados indicam as áreas adequadas para localizar uma unidade de biogás, uma análise de sensibilidade do modelo espacial foi implementada, modificando em cada teste +/- 20% o peso em fatores ambientais, sociais e económicos em resultados finais, permitindo analisar as áreas adequadas, desenvolver uma análise metodológica crítica e melhorias futuras.

Tabela 7.1 – Lista de critérios ambientais, sociais e económicos selecionados e respetivas referências bibliográficas e pesos na análise hierárquica ponderada (AHP)

Tipo	Nome	Referências	Pesos AHP
Económicos	Distância às explorações	[67]; [72]; [100]	0,06
	Distancia à rede viária principal	[19]; [26]; [37]; [42]; [50]; [67]; [74]; [85]; [91]; [92]; [95]; [96]; [100]	0,04
	Distancia à rede viária secundária	[19]; [26]; [37]; [42]; [50]; [67]; [74]; [85]; [91]; [92]; [95]; [96]; [100]	0,07
	Distância à Rede Elétrica Nacional	[42]; [50]; [72]; [92]; [95]; [99]; [100]	0,06
	Distância aos pontos de injeção na rede elétrica	[42]; [50]; [72]; [92]; [95]; [99]; [100]	0,06
Sociais	Ocupação e uso do solo (classes)	[26]; [37]; [72]; [85]; [95]; [96]; [99]	0,05
	Distância às zonas florestais	[74]	0,05
	Distância às zonas edificadas	[14]	0,15
	Distância às zonas urbanas	[14]; [26]; [37]; [42]; [50]; [67]; [74]; [85]; [92]; [95]; [96];	0,09
	Distância às zonas industriais	[92]	0,03
Ambientais	Reserva Ecológica Nacional (classes)	[92]	0,05
	Reserva Agrícola Nacional (classes)	[14]; [74]	0,06
	Distância ao rio Cávado	[14], [26]; [92]; [96]; [99]	0,02
	Distancia às linhas de água	[14]; [50]; [72]; [74]; [85]; [99];	0,13
	Altitude (classes)	[26]; [95]	0,02
	Declives (classes)	[14]; [37]; [42]; [67]; [72]; [74]; [85]; [92]; [95]; [96]; [99];	0,02
	Exposições solares (classes)	[14]; [95]	0,03

7.3 Resultados

O concelho de Barcelos apresenta uma área total de 379 km² e 120 391 habitantes (INE, 2011) e é dividido em duas partes pelo rio Cávado. Os solos são de origem granítica, textura leve e boa estrutura física resultando em elevada adequação agroflorestal. Este concelho apresenta uma economia dinâmica, demografia e matriz agrícola tradicional. Nas últimas décadas, a estrutura de mini ou micro propriedade levou ao desenvolvimento do setor da bovinicultura leiteira. No entanto, as crescentes pressões das políticas públicas ambientais e da saúde pública, bem como a evolução dos mercados, resultaram em diminuição do número de explorações, ampliação e concentração produtiva em explorações de maior dimensão. Ao mesmo tempo, a intensificação da produção levou a um aumento dos conflitos com a malha urbana e respetivos habitantes, havendo a necessidade de criar soluções de planeamento organizacional, espacial e setorial para o licenciamento de unidades de tratamento de resíduos e efluentes da bovinicultura.

A soma ponderada dos critérios ambientais, sociais e econômicos (AHP) mostra que: (i) a distância para os rios principais e secundários, bem como as limitações em solos aluviais profundos em baixas altitudes e em reservas agrícolas e ecológicas determinam a possibilidade de localização preferencial de unidades de biogás em espaços de meia altitude; ii) há uma forte complementaridade entre as áreas mais densamente povoadas (áreas urbanas) e o maior consumo de energia (zonas industriais), áreas florestais e outras classes de cobertura / uso da terra; iii) o número e a proximidade com (os pontos de injeção) da rede de eletricidade, a rede viária e as explorações distribuídas resultam em áreas adequadas em todo o território. Os resultados finais validados pela análise de sensibilidade, indicam áreas consideráveis com alta / muito alta adequação à localização das unidades de biogás. Critérios mais restritivos ou reclassificação dos resultados finais podem ajudar a encontrar as localizações com condições consideradas ótimas (ver Figura 7.1).

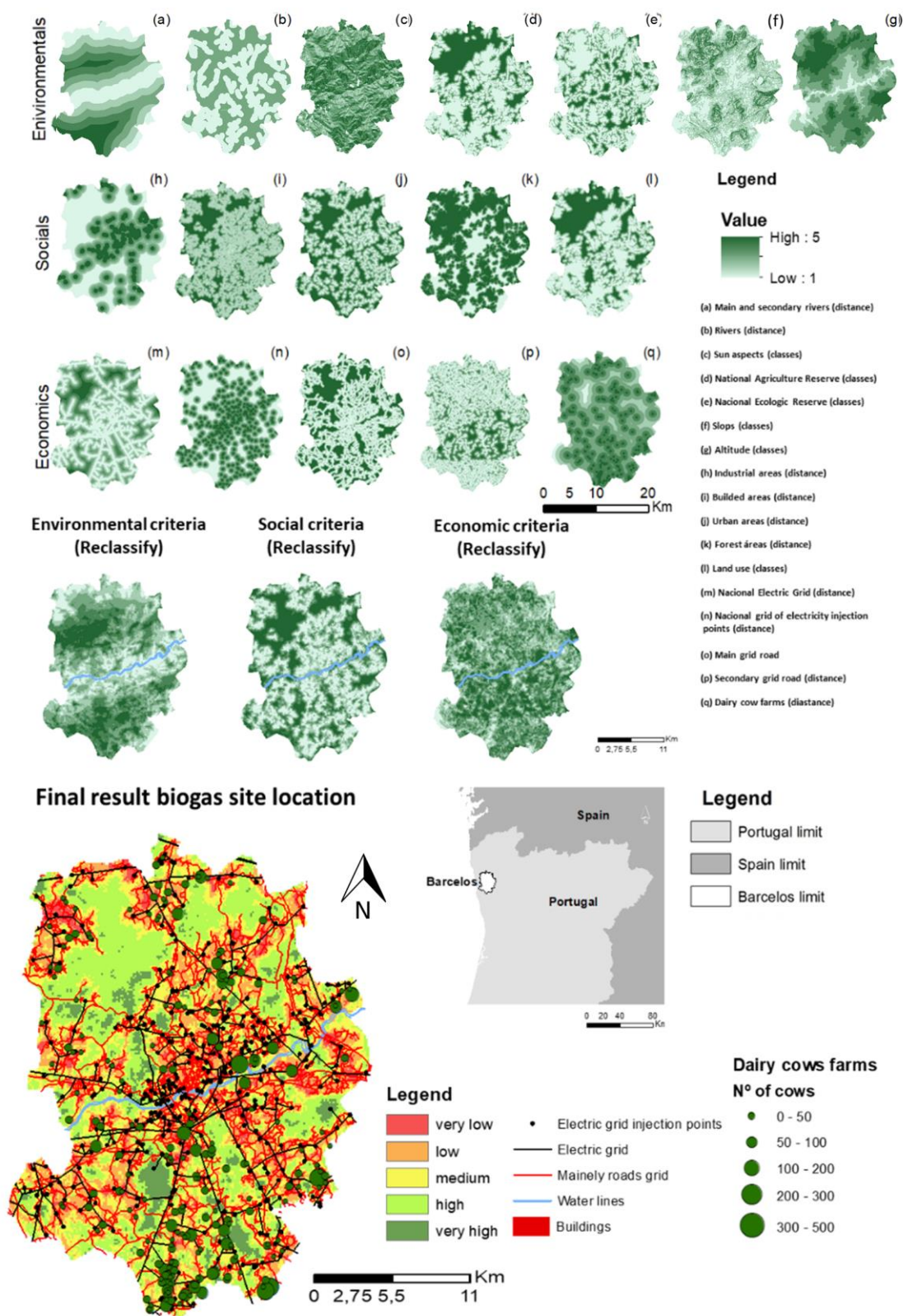


Figura 7.1 - Mapas de análise multicritério ambiental, social e econômica e resultado final da localização das áreas mais propícias à construção de unidade de biogás de acordo com a localização e dimensão das explorações leiteiras e rede viária e elétrica.

7.4 Conclusões

O desenvolvimento sustentável exige modelos de governança e soluções organizacionais localizadas em locais adequados com operações tecnológicas e funcionais. Nas fases de planeamento e projeto, o desenvolvimento de modelos de decisão multicritério espacial na localização da unidade de biogás considera fatores ambientais, sociais e económicos relacionados a processos anaeróbicos de produção de biogás, parâmetros técnicos e custos operacionais relativos à viabilidade técnica e económica da unidade de produção de biogás. Os resultados mostram o interesse / capacidade do modelo em encontrar locais adequados para instalação de sistemas distribuídos de unidades de biogás em altitudes mais elevadas, áreas florestais, próximas de explorações, rede viária, pontos de injeção na rede elétrica, mas distanciados dos recursos hídricos e fora das áreas de Reserva Agrícola Nacional e Reserva Ecológica Nacional.

8. CONCLUSÕES

O concelho de Barcelos apresenta um grande potencial de valorização dos efluentes da bovinicultura leiteira por digestão anaeróbia. No entanto, tendo em conta a que o conceito de biogás ainda se encontra numa fase inicial no nosso país face a outros países europeus, torna-se necessário criar condições económicas, sociais e ambientais, quer a nível de revisão da legislação competente, quer a nível de divulgação de campanhas sobre a temática quer na aplicação de apoios financeiros.

Atendendo a que grande parte do território agrícola português funciona em regime de minifúndio, aconselha-se a valorização dos resíduos orgânicos por codigestão em regime centralizado, de forma não só a obter o melhor desempenho na produção de biogás e teor de metano, como também todas os detentores de resíduos orgânicos teriam oportunidade em tratar os seus efluentes, rentabilizando os investimentos neste tipo de infraestruturas.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS

A obtenção de dados estatísticos através do inquérito aplicado neste trabalho às pessoas de forma presencial, com o objetivo de obtenção do seu ponto de vista acerca da poluição ambiental causada pelos efluentes das vacarias, tornou-se num método eficaz. No entanto, este método acarreta alguns custos de deslocação e requer bastante disponibilidade pois é necessário percorrer todo o concelho com o objetivo da obtenção de um leque de respostas que pudesse representar toda a população de Barcelos e visitantes. Existem outras formas de aplicação de inquérito menos dispendiosas a nível de custos e disponibilidade para o efeito, nomeadamente via internet ou ainda colocando os questionários em locais estratégicos onde as pessoas possam responder conforme a sua disponibilidade.

A título de sugestões de investigações futuras, sugere-se uma avaliação do impacto social na gestão de efluentes de bovinicultura leiteira noutras zonas de forte impacto deste setor e com risco de poluição ambiental, nomeadamente em Vila do Conde e arquipélago dos Açores.

A nível laboratorial sugere-se o estudo da influência da injeção de oxigénio ou ar atmosférico na degradação dos ácidos gordos voláteis de cadeia longa na codigestão anaeróbia de efluentes de bovinicultura com resíduos orgânicos alimentares e óleo alimentar usado.

A análise multicritério em SIG para determinar as zonas com mais potencial de localização de unidades de tratamento por biogás mostrou-se ser um método bastante eficaz e consistente. No entanto seria necessário adicionar mais critérios de modo a restringir ainda mais as zonas mais potenciais para a construção de tais instalações.

No caso específico do concelho de Barcelos, sugere-se um estudo de locação e gestão e tratamento dos efluentes recorrendo a sistemas de informação geográfica, com base numa análise de custos de transporte e manuseamento de efluentes, bem como custos de aquisição de terrenos. Ao mesmo tempo, outras fontes locais de biomassa devem ser identificadas para melhorar os processos de codigestão anaeróbia, calcular os balanços locais de biomassa, melhorar a integração funcional entre plantas de biogás distribuídas, sistemas de distribuição de energia e padrões locais de consumo de energia. Esses dados e conhecimentos são essenciais para melhorar os sistemas de apoio à decisão do setor em fases de localização e dimensionamento, bem como para apoiar a gestão e a operação dos futuros sistemas de produção de biogás.

Em relação às zonas de Vila do Conde e Arquipélago dos Açores, poderão ser realizados estudos a nível de determinação de potenciais de localização de unidades de tratamento de efluentes por biogás, de forma a reduzir os níveis de poluição ambiental causada por estes efluentes.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Abdelgadir, A., Chen, X., Liu, J., Xie, X., Zhang, J., Zhang, K., Wang, H., Liu, N. (2014). *Characteristics, process parameters and inner components os anaerobic bioreactors*. Hindawi Publishing Corporation, Biomed Research International, 10p.
2. Adekunle, K. F. & Okolie, J. A. (2015). *A review of biochemical process of anaerobic digestion*. Advances in Bioscience and Biotechnology, 6, pp. 205-212.
3. Akindele, A.A., Sartaj, M., (2017). *The toxicity effects of ammonia on anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste*. Waste Management, 71 pp.757–766.
4. Al-Zuahiri, F., Pirozzi, D., Ausiello, A., Florio, C., Turco, M., Micoli, L., Zuccaro, G., Toscano, G. (2015). *Biogas Production from Solid State Anaerobic Digestion for Municipal Solid Waste*. Chemical Engineering Transactions, Vol. 43, pp. 2407-2412.
5. Anderson, R.A. (2004). *Biology and systematics of heterokont and haptophyte algae*. Am.J. Bot. 91, pp. 1508–1522.
6. Andre, I., Ndiaye, M., Pernier, M., Lespinard, O., Pauss, A., Lamy, E., Ribeiro, T. (2016). *Methane production improvementby modulation of solid phase immersion in dry bacth anaerobic digestion process: dynamic of methanogen populations*. Bioresource Technology, 207, pp. 353-360.
7. Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J.L., Guwy, A.J., Kalyuzhnyi, S., Jenicek, P., Van Lier, J.B., (2009). *Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays*. Water Science Technologies,59, pp. 927-934.
8. Béline, F., Peu, P., Dabert, P., Trémier, A., Le Guen, G., Damiano, A.(2013). *La méthanisation en milieu rural et ses perspectives de développement en France*. Sciences, Eaux & Territoires, 12, pp.6-13.
9. Bernet, N. (2015). *Principes et aplplication de la digestión anaerobie pour la production d'energie*. Colloque international sur le thème « Biodiversité et changements globaux: valorisation des effluents des industries, des résidus agro-pastoraux et forestiers», Université de Ngaoundéré, Cameroun.
10. Borges, M. (2012). *Gestão de chorumes bovinos, fluxos e disponibilização de nutrientes em explorações leiteiras do concelho de Barcelos*. Relatório de Estágio Profissionalizante para obtenção do Grau de Mestre em Agro-Pecuária, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Coimbra.

11. Botheju, D. & Bakke, R. (2011). *Oxygen effects in anaerobic digestion*. The Open Waste Management Journal, 4, pp. 1-19.
12. Botheju, D., Samarakoon, G., Chen, C., Bakke, R., (2010). *An experimental study on the effects of oxygen in bio-gasification; Part 2*, in proceedings of the International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICRE PQ 10), Granada, Spain, Archived in Renewable Energies & Power Quality Journal (RE&PQJ), vol. 8.
13. Brito, L.M.; Alonso, J.M., Rey-Graña, J., (2011). *Gestão de efluentes nas explorações leiteiras do Entre Douro e Minho*. Revista de Ciências Agrárias, 36(2), pp.80–93.
14. Cabral, A., V. (2012). *Análise multicritério em sistemas de informação geográfica para a localização de aterros sanitários: O caso da região Sul da Ilha de S. Tiago, Cabo Verde*. Diss. Mestrado em Gestão do Território, FCSH-Universidade Nova de Lisboa, 113p.
15. Central Intelligence Agency (2013). *The World Factbook*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2052.html>, consultado em 5 de Junho de 2017.
16. Censos, (2011). Instituto Nacional de Estatística
17. Chen, L. & Nebling, H. (2014). *Anaerobic digestion basis*. University of Idaho, 6p.
18. Chenicharo, C.L. (2007). *Anaerobic reactors*. Biological Wastewater Treatment Series, Vol. 4. Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Minas Gerais, Brazil.
19. Comber, A., Dickie, J., Jarvis, C., Phillips, M., Kevin Tansey, K. (2015). *Locating bioenergy facilities using a modified GIS-based location–allocation–algorithm: Considering the spatial distribution of resource supply*. Applied Energy, 154, pp.309–316.
20. Derbal, K. (2010). *Digestion anaerobe des déchets solides mélangés avec les boues de station d'épuration*. These en vue de l'obtention de doctorat, Departement de Chimie Industrielle, Faculté des Sciences de L'ingenieur, Université Mentouri Constantine, Republique Algerienne Democratique et Populaire, 148p.
21. Drosig, B., Boschmann, G., Bley, C.J., Seadi, T.A., Baxter, D., Rintala, J., Théobald, O., Bastilde, G., Linke, B., Murphy, J., Dumont, M., Sorheim, R., Persson, T., Bachmann, N., Kang, H., Lukehurst, C., Banks, C. (2013). *Task 37 – Energy from biogas: country reports summary*. IEA Bioenergy, 32p.
22. Drosig, B., Boschmann, G., Bley, C.J., Seadi, T.A., Baxter, D., Rintala, J., Théobald, O., Bastilde, G., Linke, B., Murphy, J., Dumont, M., Sorheim, R., Persson, T., Bachmann,

- N., Kang, H., Lukehurst, C., Banks, C. (2014). *Task 37 – Energy from biogas: country reports summary*. IEA Bioenergy, 50p.
23. Drosig, B., Boschmann, G., Bley, C.J., Seadi, T.A., Baxter, D., Rintala, J., Théobald, O., Bastilde, G., Linke, B., Murphy, J., Dumont, M., Sorheim, R., Persson, T., Bachmann, N., Kang, H., Lukehurst, C., Banks, C. (2015). *Task 37 – Energy from biogas: country reports summary*. IEA Bioenergy, 59p.
24. Drosig, B., Boschmann, G., Bley, C.J., Seadi, T.A., Baxter, D., Rintala, J., Théobald, O., Bastilde, G., Linke, B., Murphy, J., Dumont, M., Sorheim, R., Persson, T., Bachmann, N., Kang, H., Lukehurst, C., Banks, C. (2016). *Task 37 – Energy from biogas: country reports summary*. IEA Bioenergy, 63p.
25. El-Mashad, H.M., Zeeman G, van Loon W.K.P., Bot G.P.A., Lettinga, G. (2004). *Effect of Temperature and temperature fluctuation on thermophilic anaerobic digestion of cattle manure*. Bioresource Technology 2004, 95, pp. 191–201.
26. *Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-pecuários e Agro-industriais*, (2007). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
27. Euroobserver, (2012). *Baromètre biogaz*. Systèmes Solaires, Le journal des énergies renouvelables, Ademe, N° 212, 7p.
28. Euroobserver, (2014). *Baromètre biogaz*. Ademe, 6p.
29. Euroobserver, (2016). *État des énergies renouvelables en Europe*. Ademe, 134p.
30. Euroobserver, (2017). *Baromètre biogaz*. Ademe, 8p.
31. Fernandes, A.C., Guerra, M.D., Ribeiro, R., Sofia Rodrigues, S. (2017). *Relatório do Estado do Ambiente 2017*. Agencia Portuguesa do Ambiente, 82p.
32. Ferreira, M., Marques, I.P., Malico, I. (2012). *Biogas in Portugal: Status and public policies in European context*. *Energy Policy*, 43, pp. 267-274.
33. Florindo, F. M. L. R. (2009). *Caracterização das lamas geradas e sua valorização nos subsistemas dos SMAS-Sintra*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Tecnologias Ambientais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa
34. Foreest, F.V. (2012). *Perspectives for biogas in Europe*. The Oxford Institute for Energy Studies, University of Oxford. 54p.
35. Ge, X., Xu, F., Li, Y. (2016). *Solid-state anaerobic digestion of lignocellulosic biomass: Recent progress and perspectives*. Bioresource Technol. 205, pp. 239-249.

36. Geraldi, M. H. (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. Wastewater Microbiolog Series, Willey Interscience – A John Wiley & Sons, Inc., Publication, USA
37. Gonçalves, C. S., (2010). *Avaliação do Potencial de Geração de Biogás a partir de Resíduos de Boviniculturas na Área Metropolitana do Porto*. Diss. Mestrado em Eng. Ambiente, FEUP- Universidade do Porto, 135p.
38. Hasegawa, S., Shiota, N., Katsura, K., Akashi, A. (2000). *Solubilization of organic sludge by thermophilic aerobic bacteria as a pretreatment for anaerobic digestion*, Water Science and Technology, vol. 41 N° 3, pp. 163-169
39. Hinje, J. (2016). *Developments and outlooks for biogas in Denmark*. Danish-German Bioenergy: technologies, opportunities and outlooks. Teknologisk Institut.
40. Hjort-Gregersen, M.K. (1999). *Centralised Biogas Plants*. Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics, University of Southern Denmark.
41. Holm-Nielsen, J.B., Seadi, T.A., Oleskowicz-Popiel, P. (2009). *The future of anaerobic digestion and biogas utilization*, Bioresource Technology, Vol. 100, Issue 22, pp 5478-5484.
42. Höhn, J., Lehtonen, E., Rasi, S., Rintala, J., (2014). *A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland*. Applied Energy, 113, pp.1–10.
43. Jimeno, M. (2017). *Renewable energy policy database and support*. Legal Sources on Renewable Energy, <http://www.res-legal.eu/search-by-country/portugal/>, consultado em 31 de Março de 2018.
44. Jossart, J-M. (2012). *Eu-handbook- Biogas markets*, Cross Border Bioenergy Project, 155p.
45. Kampman, B., Leguijt, C., Scholten, T. (2016). *Optimal use of biogas from waste streams - An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020*. European Commission, 158p.
46. Kárászová M, Sedláková Z, Izák P. (2015). *Gas permeation processes in biogas upgrading: a short review*. Chem Pap 69 (10) pp. 1277–1283.
47. Khan, I.U., Othman, M.H.D., Hashim, H., Matsuura, T., A.F. Ismail, A.F., Rezaei-DashtArzhandi, M., Azelee, I.W. (2017). *Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilization and storage*. Energy Conversion and Management, 150, pp. 277–294.

48. Li, Y., Park, S.Y., Zhu, J. (2011). *Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (1), pp 821-826.
49. Lukehurst, C.T., Frost, P. & Al Seadi, T. (2010). Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser. , p.24.
50. Ma, J., Scott, N.R., DeGloria, S , Lembo, A.J.L.(2005). *Siting analysis of farm-based centralized anaerobic digester systems for distributed generation using GIS*. Biomass Bioenerg. 28, pp. 591–600 .
51. Manyi-Loh, C.E., Mamphweli, S.N., Meyer, E.L., Okoh, A.I., Makaka, G., Simon, M. (2013). *Microbial anaerobic digestion (bio-digesters) as na approach to the decontamination of animal wastes in pollution control and the generation of renewable energy*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 10, pp. 4390-4417.
52. Maroneze MM, Zepka LQ, Vieira JG, Queiroz MI, Jacob-Lopes E. (2014). *Production and use of biogas in Europe: a survey of current status and perspectives*. Rev. Ambiente e Agua, 9 (3) pp. 445–58.
53. Martel, S. & Desmeules, X. (2013). *Valorisation agronomique des digestats de méthanisation*. Agrinova, pp. 1-22,
54. Melikoglu, M., Lin, C.S.K., Webb, C., 2013. *Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content*. Cent. Eur. J. Eng. 3, pp. 157–164.
55. Mignon, C. (2009). *Biométhanisation: Utilisation du digestat comme fertilisant en agriculture*, Gembloux.
56. Monteiro, E., Mantha, V., Rouboa, A. (2011). *Prospective application of farm cattle manure for bioenergy production in Portugal*. Renewable Energy, 36, pp. 627-631
57. Mooldijk, S. (2017). *Renewable energy policy database and support*. Legal Sources on Renewable Energy.
58. Moral, R., Moreno-Caselles, J., Perez-Murcia, M.D., Perez-Espinosa, A., Rufete, B., Paredes, C. (2005). *Characterisation of the organic matter pool in manures*. Bioresource Technology, N° 96, pp. 153–158.
59. Moukasis, J., Pellerá, F-M., Gidakos, E. (2018). *Slaughterhouse by-products treatment using anaerobic digestion*. Waste Management, n°71, pp. 652–662

60. Mudhoo, A., Kumar, S. (2013). *Effects of heavy metals as stress factors on anaerobic digestion processes and biogas production from biomass*. Int. J. Environ. Sci. Technol., 10, pp. 1383-1398.
61. National Geographic (2005). *Atlas – Europa I*, Edição portuguesa, Vol. 1, ISBN: 84-473-4342-1, National Geographic Society
62. National Geographic (2005). *Atlas – Europa II*, Edição portuguesa, Vol. 2, ISBN: 84-473-4343-X, National Geographic Society
63. National Geographic (2005). *Atlas – Europa III*, Edição portuguesa, Vol. 3, ISBN: 84-473-4344-8, National Geographic Society
64. Neves, L., (2009). *Anaerobic Co-Digestion Of Organic Wastes*. Tese de Doutoramento em Engenharia Química e Biológica, Braga, Universidade do Minho.
65. Neves, L., Oliveira, R., Alves, M.M. (2009). Fate of LCFA in the co-digestion of cow manure, food waste and discontinuous addition of oil. Water research, nº 43, pp. 5142-5150 <http://doi:10.1016/j.watres.2009.08.013>
66. Nghiem, L. D., Manassa, P., Dawson, M., Fitzgerald, S. K. (2014). *Oxidation reduction potential as a parameter to regulate micro-oxygen injection into anaerobic digester for reducing hydrogen sulphide concentration in biogas*. Bioresource Technology, 173, pp. 443–447.
67. Noorollahi, Y., Yousefi, H. & Mohammadi, M. (2016). *Multi-criteria decision support system for wind farm site selection using GIS*. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 13, pp.38–50
68. NREL (2013). *Biogas potential in the United States*. National Renewable Energy Laboratory, pp. 1-4. <http://www.nrel.gov/analysis>
69. Nunes, M. (2011). *Valorização de Óleos Alimentares Usados – Design do Produto*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Processos Químicos e Biológicos, Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
70. Okonkwo, P. C., Aderemi, B.O., Okoli, C.S. (2013). *Factors affecting biogas production during anaerobic decomposition of brewery effluent – wastewater in fluidized bed digester*. Journal of Environmental and Earth Science, ISSN 2225-0948, Vol. 3, Nº8, pp. 32-40.
71. Oles, J., Dichtl, N. and Niehoff, H. (2010) “*Full scale experience of two stage thermophilic/mesophilic sludge digestion*” Water Science and Technology, 36, (6-7), pp. 449-456.

72. Panichelli, L. & Gnansounou, E., (2008). *GIS-based approach for defining bioenergy facilities location: A case study in Northern Spain based on marginal delivery costs and resources competition between facilities*. Biomass and Bioenergy, 32(4), pp.289–300.
73. Patil, S.S., Ghasghse, N.V., Nashte, A.P., Kanase, S.S., Pawar, R.H. (2012). *Anaerobic digestion treatment of cheese whey for production of methane in a two stage upflow packed bed reactor*. International Journal of Advanced Science, Engineering and Technology, Vol. 1, Issue 1, pp. 1-7.
74. Peng, L., Chen, W., Li, M., Bai, Y., Pan, Y. (2014). *GIS-based study of the spatial distribution suitability of livestock and poultry farming: The case of Putian, Fujian, China*. Computers and Electronics in Agriculture, 108, pp. 183-190.
75. Ren, Y., Yua, M., Wua, C., Wanga, Q., Gaoa, M., Huanga, Q., Liuc, Y. (2018). *A comprehensive review on food waste anaerobic digestion: Research updates and tendencies*. Bioresource Technology, N° 247, pp. 1069–1076
76. René, A. & Gunnar, L. (2009). *Low temperature anaerobic digestion of mixtures of llama, cow and sheep manure for improved methane production*. Biomass Bioenergy, 3, pp. 527-533.
77. Saaty, T. (1991) - *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo, McGraw-Hill, Makron. 367p.
78. Saleh, M.M.A. & Mahmood, U.F. (2004). *Anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment*. Eighth International Water Technology Conference, Egypt, pp. 817-833.
79. Saratale, R., Kumar, G., Banu, R., Xia, A., Periyasamy, S., Saratale, G.D., (2018). *A critical review on anaerobic digestion of microalgae and macroalgae and co-digestion of biomass for enhanced methane generation*. Bioresource Technology.
80. Schnürer, A. & Jarvis, A. (2010). *Microbiological Handbook for Biogas Plants*. Swedish Waste Management U2009:03, Swedish Gas Centre Report 207, Sweden.
81. Seadi, T.A. (2000). *Danish Centralised Biogas Plants – Plants Descriptions*. Bioenergy Departments, University of Southern Denmark
82. Seadi, T.A., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, S.V., Janssen, R. (2008). *Biogas handbook*. University of Southern Denmark
83. Seadi, T.A., (2015). *Denmark Country Report*, Berlin. Available at: <http://task37.ieabioenergy.com/country-reports.html>.

84. Shah, F.A., Mahmood, Q., Shah, M.M., Pervez, A., Asad, S.A. (2014). *Microbial ecology of anaerobic digesters: the key players of anarobiosis*. Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal, 21p.
85. Shah, S.A. & Wani, M.A., (2014). *Geospatial Based Approach for Enhancing Environment Sustainability of Srinagar city - A Study on Solid Waste Disposal*. International Journal of u- and e-Service, Science and Technology, 8(3), pp.289–302.
86. Shih, J. C. H. (1993). *Recent development in poultry waste digestion and feather utilization - a review*. Poultry Science, 72, 1617-20
87. Silva, S., Almeida, L. A., Dias, L. C. (2017). *Multiobjective programming for sizing and locating biogas plants: A model and an application in a region of Portugal*. Computers and Operations Research, 83, pp. 189–198
88. Silva, S., Rodrigues, A.C., Ferraz, A., Alonso, J. (2017). *An integrated approach for eficiente energy recovery production from livestock and agro-industrial wastes*, in *Waste Biomass Management – A Holistic Approach*, Lakhveer Singh and Vipin Chandra Kalia Editors, Springer, ISBN: 978-3-319-49595-8,
89. Singh, A., Smyth, B.M., Murphy, J.D., (2010). *A biofuel strategy for Ireland with an emphasis on production of biomethane and minimization of land-take*. Renewable Sustentable Energy Reviews. 14, 277–288.
90. Soares, N. (2010). *Valorização dos óleos alimentares usados para produção e utilização de biodiesel à escala municipal, Estudo de Caso – Concelho de Mafra, Análise Energética, Ambiental e Económica da utilização de Biodiesel vs. Gasóleo na frota municipal*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
91. Sonwouignandé K. (2008). *Contribution du SIG à l'analyse des liens déchets-santé en milieu urbain dans les pays en développement . Cas de deux secteurs de la ville de Ouagadougou Burkina Faso*. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
92. Sorathia, H.S., Rathod, D.P.V., Sorathiya, K. (2012). *Biogas generation and factors affecting the biogas generation – a review study*. International Journal of Advanced Engineering Technology, Vol. 3, Issue 3, pp. 72-78.
93. Spigolon, L.M.G.,Souza, N.C., Larocca, A.P.C, Giannotti, M.A., Russo, M.A.T., Alonso, J.M., (2015). *Seleção de áreas adequadas para a instalação de aterro sanitário utilizando SIG e analise multicritério - estudo de caso: UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí)*, Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, pp. 1983-1990.

94. Sternkopf, T. (2017). *Renewable energy policy database and support*. Legal Sources on Renewable Energy <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/> consultado em 31 de Março de 2018.
95. Suárez-Vega, R., Santos-Peñate, D.R., Dorta-González, P., Rodríguez-Díaz, M., (2011). *A multi-criteria GIS based procedure to solve a network competitive location problem*. Applied Geography, 31(1), pp.282–291.
96. Sultana, A. & Kumar, A., (2012). Optimal siting and size of bioenergy facilities using geographic information system. Applied Energy, 94, pp.192–201.
97. Sutaryo (2012). *Optimisation and inhibition of anaerobic digestion of livestock manure*. Biological and Chemical Engineering, Technical Report BCE-TR-3, Department of Engineering, Aarhus University
98. Taleghani, G., Kia, A.S., (2005). *Technical-economical analysis of the Saveh biogas power plant*. Renew Energ. 30, pp. 441–446.
99. Tavares, G., Zsigraiová, Z., Semião, V. 2011. *Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste*. Waste Management, 31, pp. 1960-1972.
100. Thompson, E., Wang, Q. & Li, M., (2013). *Anaerobic digester systems (ADS) for multiple dairy farms: A GIS analysis for optimal site selection*. Energy Policy, 61, pp.114–124.
101. Vasco-Correa, J., Khanal, S., Manandhar, A., Shah, A. (2018). *Anaerobic digestion for bioenergy production: Global status, environmental and techno-economic implications, and government policies*. Bioresource Technology, N° 247, pp. 1015–1026
102. Ward, A.J., Hobbs, P., Holliman, P.J., Jones, D.L. (2008). *Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources*. Bioresource Technology, 99, pp. 7928-7940.
103. Wilkie, A.C. (2005). *Anaerobic digestion: biology and benefits in Dairy manure management: treatment, handling and community relations*. NRAS-176, Nature Resource, Agriculture and Engineering Service, Cornell University, Ithaca, NY, pp. 63-72.
104. Xiao, B., Qinc, Y., Zhanga, W., Wud, J., Qiange, H., Liua, J., Yu-You Lic, Y-Y. (2018). *Temperature-phased anaerobic digestion of food waste: A comparison with single-stage digestions based on performance and energy balance*. Bioresource Technology, 249, pp. 826–834.
105. Xin, K., Chung-young, W., Run-dong, L., Yun, Z. (2014). Effects of oxytetracycline on methane production and the microbial communities during anaerobic digestion of cow manure. Journal of Integrative Agriculture, 13, pp. 1373-1381.

106. Xu, F., Li, Y., Ge, X., Yang, L., Li, Y. (2018). *Anaerobic digestion of food waste – Challenges and opportunities*. Bioresource Technology, 247, pp. 1047–1058.
107. Zeng, A.P. & Deckwer, W.D. (1996). *Bioreactor techniques under microaerobic conditions; from molecular level to pilot plant reactors*, Chemical Engineering Science, vol. 51, no, 10, pp. 2305-
108. Zhang, C., Su, H., Bayens, J., Tan, T. (2014). *Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, pp. 383-392.
109. Zhang, W., Lang, Q., Wu, S., Li, W., Bah, H., Dong, R. (2014). *Anaerobic digestion characteristics of pig manures depending on various growth stages and initial substrate concentrations in a scaled pig farm in Southern China*. Bioresource Technology, 156, pp. 63-69.
110. Zubaryeva, A., Zaccarelli, N., Giudice, C., Zurlini, G. (2012). *Spatially explicit assessment of local biomass availability for distributed biogas production via anaerobic co-digestion – Mediterranean case study*. Renewable Energy, 39 (1), pp.261–270.
111. Zupančič, G.D. & Grilc, V. (2012). *Anaerobic Treatment and Biogas Production from Organic Waste*, Management of Organic Waste, Dr. Sunil Kumar Edition, ISBN: 978-953-307-925-7, InTech, pp.3-28.

11. ANEXOS

11.1 Caracterizações geográficas, políticas, climáticas e demográficas da Alemanha, Dinamarca, Holanda e Portugal

Caracterização política, demográfica, climática e geográfica da Alemanha			
Regime político	República federal parlamentar		
População (2015)	80854408 habitantes		
Área geográfica terrestre (2013)	34854000 ha		
Clima	Temperado e marinho por influencia do mar a norte; nublado, invernos e verões húmidos;		
Coordenadas (Berlim)	Latitude	Longitude	
	52.516667	13.394444	
Altitude (metros) (min./med./max.)	-3,54	263	2963

Caracterização política, demográfica, climática e geográfica da Dinamarca			
Regime político	Monarquia constitucional parlamentar composta por 5 regiões metropolitanas		
População (2015)	5581503 habitantes		
Área geográfica terrestre (2013)	4243000 ha		
Clima	Temperado; húmido e nublado; invernos suaves e ventoso e verões frescos.		
Coordenadas (Copenhaga)	Latitude	Longitude	
	55.675	12.5687	
Altitude (metros) (min./med./max.)	-7	34	171

Caracterização política, demográfica, climática e geográfica da Holanda			
Regime político	Monarquia constitucional parlamentar constituída por 12 províncias		
População (2015)	16947904 habitantes		
Área geográfica terrestre (2013)	3372000 ha		
Clima	Temperado e marinho; verões frescos e invernos suaves		
Coordenadas (Amesterdão)	Latitude	Longitude	
	52.373056	4.892222	
Altitude (metros) (min./med./max.)	-7	30	322

Caracterização política, demográfica, climática e geográfica de Portugal			
Regime político	República semipresidencial constituída por 18 distritos e 2 regiões autónomas		
População (2015)	10825309 habitantes		
Área geográfica terrestre (2013)	9159000 ha		
Clima	Temperado marítimo; frio e chuvoso no norte, mais quente e seco no sul		
Coordenadas (Lisboa)	Latitude	Longitude	
	38.713889	-9.139444	
Altitude (metros) (min./med./max.)	0	372	2351

11.2 Legislação sobre a valorização e tratamento dos resíduos e efluentes orgânicos por digestão anaeróbia aplicada em Portugal

Documento	Objetivo
Portaria n.º 631/2009 de 9 de Junho	Estabelece as normas regulamentares a que obedece a gestão dos efluentes das atividades pecuárias e as normas técnicas a observar no âmbito do licenciamento das atividades de valorização agrícola ou de transformação dos efluentes pecuários, tendo em vista promover as condições adequadas de produção, recolha, armazenamento, transporte, valorização, transformação, tratamento e destino final. Estabelece ainda as normas regulamentares relativas ao armazenamento, transporte e valorização de outros fertilizantes orgânicos, nomeadamente os produtos derivados de subprodutos de origem animal transformados (SPOAT) e os fertilizantes que os contenham
Decreto-Lei n.º 214/2008 de 10 de Novembro	Estabelece o regime do exercício da atividade pecuária (REAP), nas explorações pecuárias, entrepostos e centros de agrupamento, garantindo o respeito pelas normas de bem-estar animal, a defesa higiénico-sanitária dos efetivos, a salvaguarda da saúde, a segurança de pessoas e bens, a qualidade do ambiente e o ordenamento do território, num quadro de sustentabilidade e de responsabilidade social dos produtores pecuários. Estabelece, ainda, o regime a aplicar às atividades de gestão, por valorização ou eliminação, dos efluentes pecuários, anexas a explorações pecuárias ou autónomas, isto é, às unidades intermédias, aos entrepostos de fertilizantes orgânicos e às unidades de compostagem, de produção de biogás.
Regulamento (UE) N.º 142/2011 da Comissão de 25 de Fevereiro de 2011	Aplica o Regulamento (CE) n.º 1069/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho que define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano e que aplica a Diretiva 97/78/CE do Conselho no que se refere a certas amostras e certos artigos isentos de controlos veterinários nas fronteiras ao abrigo da referida diretiva

11.3 Inquérito à população do concelho de Barcelos, referente à relação da gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira com o ambiente.

Grupo 1 – Caracterização do inquirido

Género e idade do inquirido				Nº
1.1 - Género	M		F	
1.2 - Idade (anos)	18 - 35	36 - 50	51 - 65	Mais de 65 anos

1.3 - Situação de residência do inquirido perante o concelho de Barcelos:			
Não residente	Residente permanente	Residente de férias/ Fins-de-semana	Alojamento temporário

1.4 – Caso seja residente permanente ou de férias, indique a freguesia e margem do rio da sua residência:		Norte	Sul
---	--	-------	-----

1.5 - Caso seja residente permanente ou de férias, indique há quanto tempo reside no concelho de Barcelos			
Menos de 5 anos	5 a 10 anos	10 a 15 anos	Mais de 15 anos

1.6 – Nas seguintes categorias, indique a sua situação profissional:						
Empregado (a)	Empresário (b)	Reformado/ Invalidez	Desempregado	Emigrante	Domestico	Estudante (c)

1.7 – Nas seguintes categorias, indique o seu ramo profissional: (responder apenas se for residente permanente e seja empregado (a) ou empresário (b))						
Agricultura	Turismo e restauração	Comércio tradicional	Função pública	Atividade fabril	Construção	Outros

1.8 - Nas seguintes categorias, indique o seu nível de habilitações:					
Analfabeto	Ensino Básico	Ensino secundário	Licenciado	Mestrado/ Pós-graduado	Doutorado/ Pós-doc

1.9 – Está de uma forma direta ou através de um familiar ou amigo, ligado à bovinicultura leiteira em Barcelos?	
Sim	Não

Grupo 2 – Perceção do inquirido sobre o setor da bovinicultura leiteira em Barcelos

2.1 - Como classifica atualmente e de um modo geral, o setor de bovinicultura em Barcelos quanto à sua intensidade?			
Sem opinião	Totalmente extensivo	Semi-intensivo	Intensivo

2.2 - Como classifica atualmente e de um modo geral, a importância do setor da bovinicultura leiteira na economia de Barcelos?				
Sem opinião	Pouco importante	Importante	Muito importante	Essencial

2.3 – Atualmente, para se exercer a bovinicultura leiteira e respetiva produção de forragens, o concelho de Barcelos dispõe de uma QUANTIDADE de área agrícola:				
Sem opinião	Insuficiente	Suficiente	Bastante satisfatória	Totalmente satisfatória

2.4 – Atualmente, para se exercer a bovinicultura leiteira e respetiva produção de forragens, o concelho de Barcelos dispõe de uma QUALIDADE de área agrícola:				
Sem opinião	Insuficiente	Suficiente	Bastante satisfatória	Totalmente satisfatória

Grupo 3 – Determinação do nível de insatisfação do inquirido acerca dos impactos ambientais da bovinicultura leiteira em Barcelos

3.1 – A situação do impacto ambiental negativo do setor de bovinicultura leiteira em Barcelos é crítica.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

3.2 – Os dejetos da bovinicultura leiteira em Barcelos são, de um modo geral, responsáveis pelos maus cheiros de origem orgânica.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

3.3 – Os dejetos da bovinicultura leiteira em Barcelos, de um modo geral, contribuem para o aumento de emissões de gases poluentes.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

3.4 - A má gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira tem conduzido, de um modo geral, à redução da qualidade da água potável.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

3.5 - A má gestão dos efluentes pecuários provoca riscos de desenvolvimento de doenças microbianas na população humana e nos animais.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

3.6 – A má gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos é, de um modo geral, responsável pela poluição dos solos.									
Sem opinião	0	Totalmente em desacordo	1	Medianamente de acordo	2	Concorda bastante	3	Totalmente de acordo	4

Grupo 4 – Hábitos de consumo energético do inquirido (responder a este grupo se apenas for residente permanente ou residente de férias)

4.1 – Tamanho de habitação do inquirido						
T0	T1	T2	T3	T4	T5	Maior que T5

4.2 – Quantas pessoas compõem o seu agregado familiar?				
1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	Mais de 8

4.3 – Quanto paga em média mensal de consumo de eletricidade no seu lar?				
Até 25€	26 - 50€	51 – 75€	76 – 100€	Mais de 100€

4.4 – Caso seja consumidor de gás natural ou de botija no seu lar, quanto paga em média mensal de consumo de gás?				
Até 25€	26 - 50€	51 – 75€	76 – 100€	Mais de 100€

4.5 – Que tipo (s) de energia (s) consome ao cozinhar?			
Elétrica	Lenha/carvão	Gás de botija	Gás natural

4.6 – Caso possua climatização e/ou aquecimento de água na sua residência, que tipo (s) de energia (s) consome?				
Elétrica	Gasóleo / gás de botija	Biomassa	Solar térmica	Gás natural

4.7 – Com que frequência utiliza os transportes públicos?				
Diariamente	Semanalmente	Mensalmente	Ocasionalmente	Nunca

4.8 – Caso utilize os transportes públicos, quantos km percorre em media em cada viagem?				
<5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	>20

4.9 – Que tipo (s) de energia (s) consome no transporte no seu dia-a-dia?		
Elétrica	Fóssil	Tração humana

4.10 – Que tipo (s) de energia (s) consome no seu emprego/escola? (responder somente se for residente fixo e em caso de ter respondido (a) , (b) ou (c) em 1.5)					
Nenhuma	Elétrica	Fóssil	Biomassa	Solar térmica	Gás natural

Grupo 5 - Hábitos de práticas agrícolas do inquirido (responder a este grupo se apenas for residente permanente ou residente de férias)

5.1 – É possuidor de espaços verdes cultivados em Barcelos?	
Sim	Não

5.2 – Se sim, que tipo (s) de cultivo (s) pratica?				
Jardinagem	Cereais	Vinha	Hortofrutícolas	Outras

5.3 – Qual a área total?			
Até 0,5 ha	0,5 a 2 ha	2 a 4 ha	Mais de 4 ha

5.4 – Que tipo de fertilização/correção do solo é que pratica?		
Sintética	Biológica	Mista

11.4 Análises Tukey

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) idade	(J) idade	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
18-35 anos	36 a 50 anos	,522	,320	,361	-,30	1,35
	51 a 65 anos	,537	,536	,748	-,84	1,92
	> 65 anos	1,061*	,391	,034	,06	2,07
36 a 50 anos	18-35 anos	-,522	,320	,361	-1,35	,30
	51 a 65 anos	,015	,526	1,000	-1,34	1,37
	> 65 anos	,539	,377	,481	-,43	1,51
51 a 65 anos	18-35 anos	-,537	,536	,748	-1,92	,84
	36 a 50 anos	-,015	,526	1,000	-1,37	1,34
	> 65 anos	,524	,571	,795	-,95	2,00
> 65 anos	18-35 anos	-1,061*	,391	,034	-2,07	-,06
	36 a 50 anos	-,539	,377	,481	-1,51	,43
	51 a 65 anos	-,524	,571	,795	-2,00	,95

*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) situacao_residencia	(J) situacao_residencia	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Não residente	Residente permanente	-,011	,439	1,000	-1,14	1,12
	Residente de férias	-,060	,522	,999	-1,41	1,28
	Alojamento temporário	-1,391	,552	,058	-2,81	,03
Residente permanente	Não residente	,011	,439	1,000	-1,12	1,14
	Residente de férias	-,050	,377	,999	-1,02	,92
	Alojamento temporário	-1,380*	,417	,005	-2,45	-,31
Residente de férias	Não residente	,060	,522	,999	-1,28	1,41
	Residente permanente	,050	,377	,999	-,92	1,02
	Alojamento temporário	-1,330*	,504	,042	-2,63	-,03
Alojamento temporário	Não residente	1,391	,552	,058	-,03	2,81
	Residente permanente	1,380*	,417	,005	,31	2,45
	Residente de férias	1,330*	,504	,042	,03	2,63

*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) tempo_de_residencia	(J) tempo_de_residencia	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Menos de 5 anos	5 a 10 anos	-,720	,804	,898	-2,92	1,48
	10 a 15 anos	-,856	,711	,749	-2,80	1,09
	Mais de 15 anos	-,524	,577	,894	-2,10	1,06
5 a 10 anos	Menos de 5 anos	,720	,804	,898	-1,48	2,92
	10 a 15 anos	-,135	,743	1,000	-2,17	1,90
	Mais de 15 anos	,197	,617	,998	-1,49	1,88
10 a 15 anos	Menos de 5 anos	,856	,711	,749	-1,09	2,80
	5 a 10 anos	,135	,743	1,000	-1,90	2,17
	Mais de 15 anos	,332	,489	,961	-1,01	1,67
Mais de 15 anos	Menos de 5 anos	,524	,577	,894	-1,06	2,10
	5 a 10 anos	-,197	,617	,998	-1,88	1,49
	10 a 15 anos	-,332	,489	,961	-1,67	1,01

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) situacao_profissional	(J) situacao_profissional	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Funcionário	Empresário	-,524	,392	,835	-1,68	,64
	Reformado/invalidéz	,882	,437	,403	-,41	2,17
	Desempregado	1,130	,538	,354	-,46	2,72
	Emigrante	1,063	,503	,347	-,43	2,55
	Doméstico	,656	,523	,872	-,89	2,20
	Estudante	-,641	,498	,857	-2,11	,83
Empresário	Funcionário	,524	,392	,835	-,64	1,68
	Reformado/invalidéz	1,406*	,445	,028	,09	2,72
	Desempregado	1,654*	,545	,040	,04	3,27
	Emigrante	1,587*	,511	,032	,08	3,10
	Doméstico	1,180	,530	,283	-,39	2,75

	Estudante	-,117	,505	1,000	-1,61	1,38
Reformado/invalidez	Funcionário	-,882	,437	,403	-2,17	,41
	Empresário	-1,406*	,445	,028	-2,72	-,09
	Desempregado	,248	,578	1,000	-1,46	1,96
	Emigrante	,181	,546	1,000	-1,43	1,80
	Doméstico	-,226	,564	1,000	-1,89	1,44
	Estudante	-1,523	,540	,074	-3,12	,08
	Funcionário	-1,130	,538	,354	-2,72	,46
Desempregado	Empresário	-1,654*	,545	,040	-3,27	-,04
	Reformado/invalidez	-,248	,578	1,000	-1,96	1,46
	Emigrante	-,067	,630	1,000	-1,93	1,80
	Doméstico	-,474	,645	,990	-2,38	1,44
	Estudante	-1,771	,625	,071	-3,62	,08
	Funcionário	-1,063	,503	,347	-2,55	,43
	Empresário	-1,587*	,511	,032	-3,10	-,08
Emigrante	Reformado/invalidez	-,181	,546	1,000	-1,80	1,43
	Desempregado	,067	,630	1,000	-1,80	1,93
	Doméstico	-,407	,617	,995	-2,23	1,42
	Estudante	-1,704	,596	,065	-3,47	,06
	Funcionário	-,656	,523	,872	-2,20	,89
	Empresário	-1,180	,530	,283	-2,75	,39
	Reformado/invalidez	,226	,564	1,000	-1,44	1,89
Doméstico	Desempregado	,474	,645	,990	-1,44	2,38
	Emigrante	,407	,617	,995	-1,42	2,23
	Estudante	-1,297	,612	,343	-3,11	,51
	Funcionário	,641	,498	,857	-,83	2,11
	Empresário	,117	,505	1,000	-1,38	1,61
	Reformado/invalidez	1,523	,540	,074	-,08	3,12
	Desempregado	1,771	,625	,071	-,08	3,62
Estudante	Emigrante	1,704	,596	,065	-,06	3,47
	Doméstico	1,297	,612	,343	-,51	3,11
*. A diferença média é significativa no nível 0.05.						

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) ramo_profissional	(J) ramo_profissional	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Agricultura	Turismo/restauração	-5,750*	,730	,000	-7,97	-3,53
	Comércio tradicional	-3,875*	,857	,000	-6,48	-1,27
	Função pública	-3,523*	1,109	,033	-6,90	-,15
	Atividade fabril	-3,033*	,867	,012	-5,67	-,39
	Construção	-1,712	1,043	,725	-4,89	1,46
	Outros	-2,450	1,525	,747	-7,09	2,19
Turismo/restauração	Agricultura	5,750*	,730	,000	3,53	7,97
	Comércio tradicional	1,875	,799	,270	-,55	4,30
	Função pública	2,227	1,065	,421	-1,01	5,47
	Atividade fabril	2,717*	,810	,019	,25	5,18
	Construção	4,038*	,996	,001	1,01	7,07
	Outros	3,300	1,494	,348	-1,24	7,84
Comércio tradicional	Agricultura	3,875*	,857	,000	1,27	6,48
	Turismo/restauração	-1,875	,799	,270	-4,30	,55
	Função pública	,352	1,155	1,000	-3,16	3,87
	Atividade fabril	,842	,926	,985	-1,97	3,66
	Construção	2,163	1,092	,496	-1,16	5,49
	Outros	1,425	1,559	,985	-3,32	6,17
Função pública	Agricultura	3,523*	1,109	,033	,15	6,90
	Turismo/restauração	-2,227	1,065	,421	-5,47	1,01
	Comércio tradicional	-,352	1,155	1,000	-3,87	3,16
	Atividade fabril	,490	1,163	1,000	-3,05	4,03
	Construção	1,811	1,300	,860	-2,14	5,76
	Outros	1,073	1,711	,999	-4,13	6,28
Atividade fabril	Agricultura	3,033*	,867	,012	,39	5,67
	Turismo/restauração	-2,717*	,810	,019	-5,18	-,25
	Comércio tradicional	-,842	,926	,985	-3,66	1,97
	Função pública	-,490	1,163	1,000	-4,03	3,05
	Construção	1,321	1,101	,932	-2,03	4,67
	Outros	,583	1,565	1,000	-4,18	5,34
Construção	Agricultura	1,712	1,043	,725	-1,46	4,89
	Turismo/restauração	-4,038*	,996	,001	-7,07	-1,01
	Comércio tradicional	-2,163	1,092	,496	-5,49	1,16
	Função pública	-1,811	1,300	,860	-5,76	2,14
	Atividade fabril	-1,321	1,101	,932	-4,67	2,03

	Outros	-,738	1,669	1,000	-5,82	4,34
Outros	Agricultura	2,450	1,525	,747	-2,19	7,09
	Turismo/restauração	-3,300	1,494	,348	-7,84	1,24
	Comércio tradicional	-1,425	1,559	,985	-6,17	3,32
	Função pública	-1,073	1,711	,999	-6,28	4,13
	Atividade fabril	-,583	1,565	1,000	-5,34	4,18
	Construção	,738	1,669	1,000	-4,34	5,82
*. A diferença média é significativa no nível 0.05.						

Comparações múltiplas						
Variável dependente: nivel_insatisfacao						
Tukey HSD						
(I) nivel_escolaridade	(J) nivel_escolaridade	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Analfabeto	Ensino básico	-5,937	2,318	,109	-12,56	,69
	Ensino secundário	-6,650*	2,319	,049	-13,28	-,02
	Licenciado	-7,020*	2,331	,032	-13,69	-,35
	Mestrado	-7,071*	2,468	,049	-14,13	-,02
	Doutor/ Pós-doc.	-8,821*	2,389	,003	-15,65	-1,99
Ensino básico	Analfabeto	5,937	2,318	,109	-,69	12,56
	Ensino secundário	-,713	,306	,182	-1,59	,16
	Licenciado	-1,083	,391	,063	-2,20	,03
	Mestrado	-1,135	,898	,805	-3,70	1,43
	Doutor/ Pós-doc.	-2,885*	,652	,000	-4,75	-1,02
Ensino secundário	Analfabeto	6,650*	2,319	,049	,02	13,28
	Ensino básico	,713	,306	,182	-,16	1,59
	Licenciado	-,370	,395	,937	-1,50	,76
	Mestrado	-,421	,900	,997	-2,99	2,15
	Doutor/ Pós-doc.	-2,171*	,655	,012	-4,04	-,30
Licenciado	Analfabeto	7,020*	2,331	,032	,35	13,69
	Ensino básico	1,083	,391	,063	-,03	2,20
	Ensino secundário	,370	,395	,937	-,76	1,50
	Mestrado	-,051	,932	1,000	-2,72	2,61
	Doutor/ Pós-doc.	-1,801	,699	,104	-3,80	,20
Mestrado	Analfabeto	7,071*	2,468	,049	,02	14,13
	Ensino básico	1,135	,898	,805	-1,43	3,70
	Ensino secundário	,421	,900	,997	-2,15	2,99
	Licenciado	,051	,932	1,000	-2,61	2,72
	Doutor/ Pós-doc.	-1,750	1,068	,574	-4,80	1,30
Doutor/ Pós-doc.	Analfabeto	8,821*	2,389	,003	1,99	15,65

	Ensino básico	2,885*	,652	,000	1,02	4,75
	Ensino secundário	2,171*	,655	,012	,30	4,04
	Licenciado	1,801	,699	,104	-,20	3,80
	Mestrado	1,750	1,068	,574	-1,30	4,80
*. A diferença média é significativa no nível 0.05.						

11.5 Questões da entrevista realizada nas explorações de bovinos de leite em Barcelos.

1 – Setor da bovinicultura

1.1 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

2.4 - Usa algum fertilizante na sua exploração além do efluente?

2.5 - Dispõe de algum sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a sua posição perante esta situação.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

11.6 Entrevista Nº1 – Sociedade agropecuária Quinta do Sobreiro Lda – Freguesia de Manhente

1 – Setor da bovinicultura

1.2 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

R: Sempre com dificuldades no nosso setor mas com trabalho, com ajudas de pessoas com mais formação, mais dados e vamos sobrevivendo da melhor maneira possível e tentado levar isto a bom porto.

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

R: Nós temos uma produção diária de chorume cerca de 12000 litros por dia e temos uma fossa de armazenamento de 12000000 de litros ou talvez mais. Em termos de necessidade de despejo e espalhamento, temos capacidade para o poder fazer todos os 3 ou 4 meses sem qualquer problema.

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração?

R: Basicamente só temos chorumes, não temos mais nada.

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

R: Aplicamos nos terrenos, temos uma exploração com aproximadamente 400 animais e 55 hectares para espalhamento, portanto, adequa-se perfeitamente às necessidades de fertilizante dos nossos terrenos. Nesta nossa zona não temos grande problema, respeitando sempre os vizinhos.

2.4 - Usa algum fertilizante na sua exploração além do efluente?

R: Sim, usamos adubos e corretivos para melhoramento das nossas culturas e da terra.

2.5 - Dispõe de algum sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

R: Não, não temos. A nossa exploração dispõe de ventilação natural durante o ano todo.

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

R: As maiores dificuldades concentram-se a nível do espalhamento. Nós tentamos sempre desde o armazenamento á parte do espalhamento, respeitar os vizinhos, a orientação dos ventos, espalhar os chorumes em épocas secas, embora não sejam dificuldades significativas para nós.

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

R: Não, até ao dia de hoje nunca tivemos esse tipo de problemas.

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a vossa posição perante esta situação?

R: Sem dúvida que o tratamento dos chorumes das explorações pecuárias no nosso concelho é uma oportunidade e uma mais-valia para as nossas culturas. Como fertilizante é sem dúvida muito bom.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

R: Muito pouco. Acredito que de momento seja uma mais-valia, um conceito que deveria ser bem estudado.

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

R: Sem dúvida, desde que fosse uma mais-valia para a nossa exploração, para o nosso setor, sim aceitava perfeitamente.

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

R: Desde que haja um estudo feito sobre isso e que seja fiável, estamos aqui para melhorar o nosso dia-a-dia e o nosso bem-estar.

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

R: Na minha opinião, acho que a maior vantagem seria a fonte de rendimento, uma vez que haveria produção de eletricidade, e também eventualmente de poder tratar o chorume da minha exploração e pode-lo aplicar nos nossos terrenos de uma forma menos poluente.

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

R:Acho que deveríamos apostar na energia elétrica e no gás natural, uma vez que o nosso concelho tem uma grande população e necessita de uma grande necessidade energética para o dia-a-dia. Além disso seria uma forma de rentabilizar a nossa rede de gás natural.

11.7 Entrevista Nº3 - Joaquim Marques Campinho – Freguesia de Chorente

1 – Setor da bovinicultura

1.3 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

R: Eu acho que está muito mal, estamos a atravessar uma fase difícil, quer a nível de pagamento, de custos de produção de leite. Isto vai ter que mudar ou o setor acaba.

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

R: Produzimos perto de 2000 litros de chorume diariamente. A nossa fossa tem uma capacidade de 60000 litros e tentamos fazer o respetivo despejo 1 vez por mês nas épocas secas. Como não temos área suficiente para despejo nas épocas húmidas, tentamos arranjar alguém com áreas onde se possa espalhar os chorumes para fertilização, de modo a evitar a sobrecarga dos nossos solos.

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração?

R: A maioria dos nossos resíduos resume-se aos chorumes na nossa vacaria. Temos também restos de silagem de um ano para o outro e temos dejetos de animais de capoeira, embora com pouca produção.

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

R: Como disse anteriormente, espalhamos o chorume nos nossos campos para fertilizar as sementeiras do milho e de erva. O excedente vai para outras áreas que não as nossas em que as pessoas já vem aqui buscar o excedente com veículos apropriados.

2.4 - Usa algum fertilizante nos terrenos da sua exploração além do efluente?

R: Sim, usamos adubos sintéticos e cal.

2.5 - Dispõe de algum sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

R: Não.

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

R: Não há dificuldades significativas na gestão dos nossos efluentes. A única coisa que nos condiciona a gestão é tentar arranjar quem queira vir buscar os excedentes de produção dos nossos chorumes, principalmente em épocas húmidas.

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

R: Não, ate hoje nunca tivemos esse tipo de problemas.

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a sua posição perante esta situação?

R: sim, acho que é bom se poder fazer tratamento dos nossos efluentes, para evitar a poluição das terras e do ar. Para além disso seria uma fonte de rendimento que poderia de certa forma equilibrar as contas do nosso setor.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

R: Não sei muito sobre o tema, embora ouço muito falar nesse conceito. Há colegas nossos que já fazem produção de biogás para aquecer as próprias casas, outros produzem eletricidade para venderem. Acho que é uma boa ideia. Pouparamos eletricidade. No entanto, tenho ideia que este tipo de instalações são caras, mas no fim de tudo, é possível que deem resultado.

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

R: sim, digo-lhe já que sim. Eu acho que é uma boa ideia. Se me aparecer alguém que me convide, eu aceito!

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

R: Aí já tínhamos que ver isso melhor, porque a minha idade já é avançada e os meus filhos, nenhum deles terá tendência em seguir este ramo. Teríamos que pensar um bocadinho.

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

R: Acho que sim, seria bem melhor aplicar o chorume já tratado nos campos do que em estado bruto. Também seria bom para equilibrar e atenuar os custos de produção de leite, tratando-se de uma fonte de rendimento.

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

R: Eu sou a favor da produção de eletricidade, vendendo-a às empresas competentes. Além disso se eu pudesse obter uma fonte de calor para a minha casa no inverno através do biogás, seria ótimo.

11.8 Entrevista Nº4 - Amaro Martins Torre da Silva – Macieira de Rates

1 – Setor da bovinicultura

1.4 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

R: acho que este setor tem vindo a decair ao longo do tempo. Há falta de apoios financeiros atrativos, temos que lutar com a concorrência do leite proveniente não só desta zona, como de outras zonas do país e até do estrangeiro. A agricultura da nossa região funciona em regime de minifúndio, o que não permite individualmente produções de leite em larga escala, logo os nossos custos de produção são bastante elevados. Muitos colegas meus aqui da região encontram-se em idade avançada sem que os respetivos descendentes queiram continuar, outros ponderam acabar com esta atividade.

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

R: Na nossa exploração, produzimos cerca de 15000 litros diariamente, dispomos de uma fossa de 1500000 litros que nos permite fazer um esvaziamento em média de 3 em 3 meses.

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração?

R: A grande maioria dos nossos resíduos resume-se aos chorumes da vacaria. Dispomos ainda de restos de silagem do milho que ficam de um ano para o outro, que são removidos do silo para colocação de novo milho de silagem. Embora a quantidade de silagem de milho velho seja pouco significativa.

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

R: Basicamente espalhamos nos nossos terrenos para fertilizante de 3 em 3 meses, de modo a respeitar a carga orgânica do solo, não espalhando em épocas mais húmidas. Se por acaso a fossa se encontra cheia em épocas húmidas, dispomos o excedente do chorume a quem precisar como fertilizante. Se essas pessoas possuírem uma cisterna para o transporte, melhor, caso contrario, nós temos uma cisterna que nos permite o transporte do chorume para essas zonas.

2.4 - Usa algum fertilizante na sua exploração além do efluente?

R: Basicamente, usamos adubos sintéticos. Todos os anos fazemos uma análise à terra e aplicamos cal quando é necessário corrigir a acidez.

2.5 - Dispõe de algum sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

R: Não. As nossas instalações são parcialmente abertas para permitir a ventilação.

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

R: Eu acho que as dificuldades são basicamente a nível de evitar a poluição da terra em dias húmidos, respeitar o bem-estar das pessoas que de uma certa forma possam ser atingidas pelos maus cheiros, respeitar os ventos, verificar que não haja derrames de chorume nas fossas derivado de fendas, enfim são coisas que de alguma forma nos condicionam o manejo dos chorumes, mas que até agora não nos deu problemas de maior.

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

R: Não, basicamente não há conflitos, desde que se respeite ao máximo o bem-estar das pessoas com o manejo dos chorumes.

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a sua posição perante esta situação?

R: Sim, concordo com o município, seria bom se pudéssemos tratar os nossos efluentes de modo a atenuar um pouco a poluição dos solos e do ar.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

R: Tenho lido nos jornais, e visto na internet e na televisão, e acho que é possível com esse conceito produzir energia e descontaminar parcialmente os chorumes que usamos como fertilizante nos nossos terrenos.

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

R: Sim claro que aceitaria, já penso nisso há bastante tempo, só estou a espera da oportunidade certa para aderir.

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

R: A tal oportunidade surgirá se houver um estudo bem feito das condições geográficas do concelho, se há produção suficiente de chorume, se há outros resíduos na região que possam ser incorporados no tratamento, enfim, se o resultado desse estudo for favorável e se houver apoios financeiros numa instalação de biogás, sem duvida que aceito fazer parte de um projeto desta natureza.

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

R: com base naquilo que sei sobre o assunto que vou vendo na internet, jornais e televisão, acho que todas as vantagens que mencionou se destacam de igual forma.

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

R: temos que apostar na venda de energia elétrica produzida e também na venda de gas produzido e injeta-lo na nossa rede de gás de modo a rentabilizar o investimento da rede de gas canalizado que foi feita no nosso concelho.

11.9 Entrevista Nº5 – Sociedade agropecuária Miranda & Martins Lda – Freguesia de Courel

1 – Setor da bovinicultura

1.5 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

R: De acordo com aquilo que vejo na nossa exploração e com aquilo que os meus colegas dizem na cooperativa agrícola de Barcelos, tenho ideia que o nosso setor, apesar de ter uma forte presença e intensidade no nosso concelho, está a atravessar uma crise relativamente forte. A tendência é de algumas explorações fecharem e outras em reduzirem o seu efetivo. A valorização do nosso produto final, nomeadamente o leite, é muito baixa.

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

R: Não lhe sei precisar o valor certo, mas tenho ideia que produzimos em media entre 10000 a 12000 litros de chorume por dia. A nossa fossa tem uma capacidade de perto de 1100 m³, o que nos permite fazer um despejo de chorume todos os 3 meses nos nossos terrenos.

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração?

R: Apenas chorumes. Talvez restos de silagem de milho, mas com pouca importância, comparativamente ao volume de chorume que é produzido. Repare que o volume de chorume produzido todo o ano é significativamente maior do que os restos de silagem que surgem na limpeza do silo uma vez por ano, até armazenar nova silagem de milho. Temos ainda resíduos de limpeza dos nossos terrenos florestais, obtidos esporadicamente.

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

R: Temos uma grande área de cultivo de silagem de milho e erva onde aplicamos o nosso chorume. Além disso aplicamos uma pequeníssima quantidade de chorume no nosso terreno onde produzimos culturas hortícolas, nomeadamente, batata, leguminosas e outros.

2.4 - Usa algum fertilizante na sua exploração além do efluente?

R: Sim, usamos adubos sintéticos.

2.5 - Dispõe de algum de sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

R: Não.

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

R: Na margem sul de Barcelos, as vacarias estão mais concentradas, logo há mais risco de poluição dos solos e do ar, logo não é fácil gerir os despejos no campo e o armazenamento na fossa. Tentamos evitar espalhamentos quando o solo está demasiado encharcado, ou quando o tempo está muito ventoso, de modo a não contaminar o solo, a água e não perturbar os vizinhos com o mau cheiro.

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

R: Apesar da situação delicada da nossa região no que toca aos maus cheiros, tentamos tomar medidas de modo a que não haja problemas de maior com a sociedade em geral.

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a sua posição perante esta situação?

R: Concordo plenamente. Como disse anteriormente, a margem sul do nosso concelho vive uma situação bastante mais delicada do que a margem norte, relativamente aos despejos de chorumes nos solos. Seria bom que pudéssemos tratar os nossos efluentes antes de os aplicar nos solos, tornando-os menos mal cheirosos e menos poluentes.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

R: Confesso-lhe que pouco sei sobre isso. Apenas sei que o biogás é um bom combustível para produzir energia elétrica e pode ser usado como um gás normal doméstico. Também sei que no resto da Europa, já há bastante tempo que se valoriza os efluentes de vacarias através do biogás, mas qui no nosso país esse conceito ainda está muito no início. Nas lamas de ETAR e nos aterros sanitários já se faz produção de biogás, mas a nível de utilização de dejetos de animais não tenho ideia. Conheço o caso da Resulima que tem uma instalação de geradores que aproveita o biogás dos aterros do lixo para produzirem energia elétrica.

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

R: Com toda a certeza!

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

R: Tenho ideia que uma instalação de biogás é muito cara. Se houver apoios financeiros, um estudo fiável sobre o assunto, e que todos os meus colegas aderissem e contribuíssem com a sua parte no investimento, eu também alinhava, porque não?

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

R: Sem dúvida, dado ao estado delicado que a nossa zona se encontra em relação a poluição ambiental, eu acho que a facilidade em poder tratar o chorume das minhas instalações seria a principal vantagem. Eu acho que aplicar no solo um chorume tratado é muito melhor para todos do que aplicar um chorume não-tratado. Claro que há a questão do rendimento que advém de tudo isto, que poderá equilibrar as contas da exploração.

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

R: Energia elétrica. Havendo biogás e havendo geradores, pode-se produzir eletricidade e vender às empresas produtoras, que a disponibilizarão ao público em geral, reduzindo um pouco a dependência energética do concelho.

11.10 Entrevista Nº6 - António Jorge Rebelo Miranda – Freguesia de Cossourado

1 – Setor da bovinicultura

1.6 – Como vê a evolução do setor da bovinicultura do leite no concelho de Barcelos ao longo da última década?

R: O nosso setor teve uma tendência a decrescer em Barcelos. A estratégia dos produtores de leite é de reduzir os efetivos dos animais e investir na modernidade da explorações, tentando manter os mesmos níveis de produções, de modo a diminui os custos de produção do leite. A concorrência é muita, os apoios são poucos, o leite nas outras regiões do país e do estrangeiro é produzido a custos muito mais baixos que na nossa região.

2 – Produção e gestão de resíduos na exploração

2.1 - Que volume de efluentes produz diariamente e qual o volume da fossa da sua exploração e qual a periodicidade de despejo?

R: Produzimos na nossa exploração perto de 10000 litros de chorume por dia, chore esse que é armazenado na nossa fossa com capacidade de 1000000 de litros. O despejo da fossa é feito todos os 2 meses e meio a todos os 3 meses. Tudo depende das condições climáticas. Se o tempo estiver seco fazemos aos 2 meses e meio, se tiver tempo chuvoso adiamos para os 3 meses.

2.2 – Além de efluentes pecuários, que outros resíduos produz na sua exploração?

R: Basicamente só produzimos chorume de bovinos

2.3 - Que destino dá aos efluentes da sua exploração?

R: Espalhamos nos nossos campos.

2.4 - Usa algum fertilizante na sua exploração além do efluente?

R: Sim usamos adubos sintéticos e cal só quando é necessário.

2.5 - Dispõe de algum de sistema de aquecimento central na sua exploração? Se sim, qual a respetiva fonte energética?

R: Não. Aquilo que lhe posso dizer que as nossas instalações dispõe de ventilação natural.

3 – Impacto social

3.1 - Quais as dificuldades na gestão dos efluentes de bovinicultura leiteira?

R: Quando espalhamos os chorumes, nós preocupamo-nos em respeitar o clima, o bem-estar dos vizinhos e restante população, a qualidade das águas e dos solos. Acho que só assim se evitam ao máximo problemas de maior.

3.2 - Já alguma vez foi alvo de manifestação de conflito por parte da população, turistas ou autoridades devido aos incómodos causados pelo manuseamento dos chorumes?

R: Não. A zona norte de Barcelos dispõe de poucas explorações bovinas, logo o perigo de poluição sentida é reduzido, em comparação com a zona mais a sul. Logo há menos riscos de haver problemas sociais em relação a este assunto.

3.3 - O município de Barcelos refere no relatório ambiental do PDM 2015 que o tratamento de efluentes pecuários é uma oportunidade. Qual a sua posição perante esta situação?

R: Acho bem. Estamos no século 21, temos que produzir sim, mas acho que é o momento de se fazer algo que nos ajude a nós a ajudar o nosso meio ambiente. Temos que pensar não só na nossa geração, mas também garantir o bem-estar das gerações futuras.

4 – Conhecimentos do bovinicultor sobre o tema

4.1 - O que sabe sobre o conceito de digestão anaeróbia?

R: Sei alguma coisa, não muita. Sei que é possível reduzir o nível de poluição dos chorumes, sei também que é possível produzir calor e energia elétrica, tornando-se uma fonte de rendimento atrativa. No estrangeiro, já se faz isso há décadas, aqui em Portugal já se começa a fazer biogás, mas ainda é pouca coisa.

5 – Investimento do bovinicultor num projeto de valorização dos efluentes

5.1 - Se lhe convidassem a investir em regime associativo com outras explorações num projeto de uma instalação de tratamento de efluentes de bovinicultura leiteira em Barcelos para fins energéticos, aceitaria?

R: Obviamente que aceitaria.

5.2 - Se não aceitasse, o que faltava haver para o convencer a entrar no financiamento?

R: Aceitaria, na condição que a situação do biogás na nossa região seja bem estudada, que haja apoios financeiros por parte da união europeia para o efeito e que todos os restantes produtores de leite na região também aderissem em peso.

5.3 – Qual seria a mais-valia para a sua exploração se um projeto desta natureza se concretizasse? Facilidade em tratar o efluente? Fonte de rendimento? Aproveitamento do resíduo tratado para fertilizante agrícola?

R: Eu acho que todas as vantagens acima sugeridas são viáveis de igual maneira, pois tudo está relacionado com o biogás.

5.4 - Que tipo de energia teria que o biogás produzir? Eletricidade? Gás natural? Calor para climatização de edifícios? Alimentação de transportes públicos?

R: Gostava muito que a minha própria casa e os animais da minha vacaria usufríssem do conforto de aquecimento à custa do biogás. Eu ganharia bem-estar no inverno em casa e os animais da vacaria estando climatizados, passariam a produzir mais leite no inverno.

11.11 Calendarização da aplicação dos substratos na alimentação dos reatores

Data	Dia	Fases	Fração líquida de chorume		Resíduos alimentares		Óleo usado	
			ST g/l	SV g/l	ST g/l	SV g/l	ST g/l	SV g/l
29/05/2017	0,00	1ª Fase	18,92	12,23	119,38	105,91	1000	1000
05/06/2017	5,76		18,59	11,60				
12/06/2017	13,01		18,79	11,69				
21/06/2017	21,87		18,18	10,98				
05/07/2017	35,73		22,94	15,11				
19/07/2017	49,87		23,89	15,46				
04/09/2017	66,75		22,47	14,98				
29/09/2017	0,00	2ª Fase	18,77	11,98	221,79	213,43	1000	1000
16/10/2017	16,99		17,91	12,16				
27/10/2017	28,25		8,45	5,17				
08/11/2017	39,97		10,21	6,43				