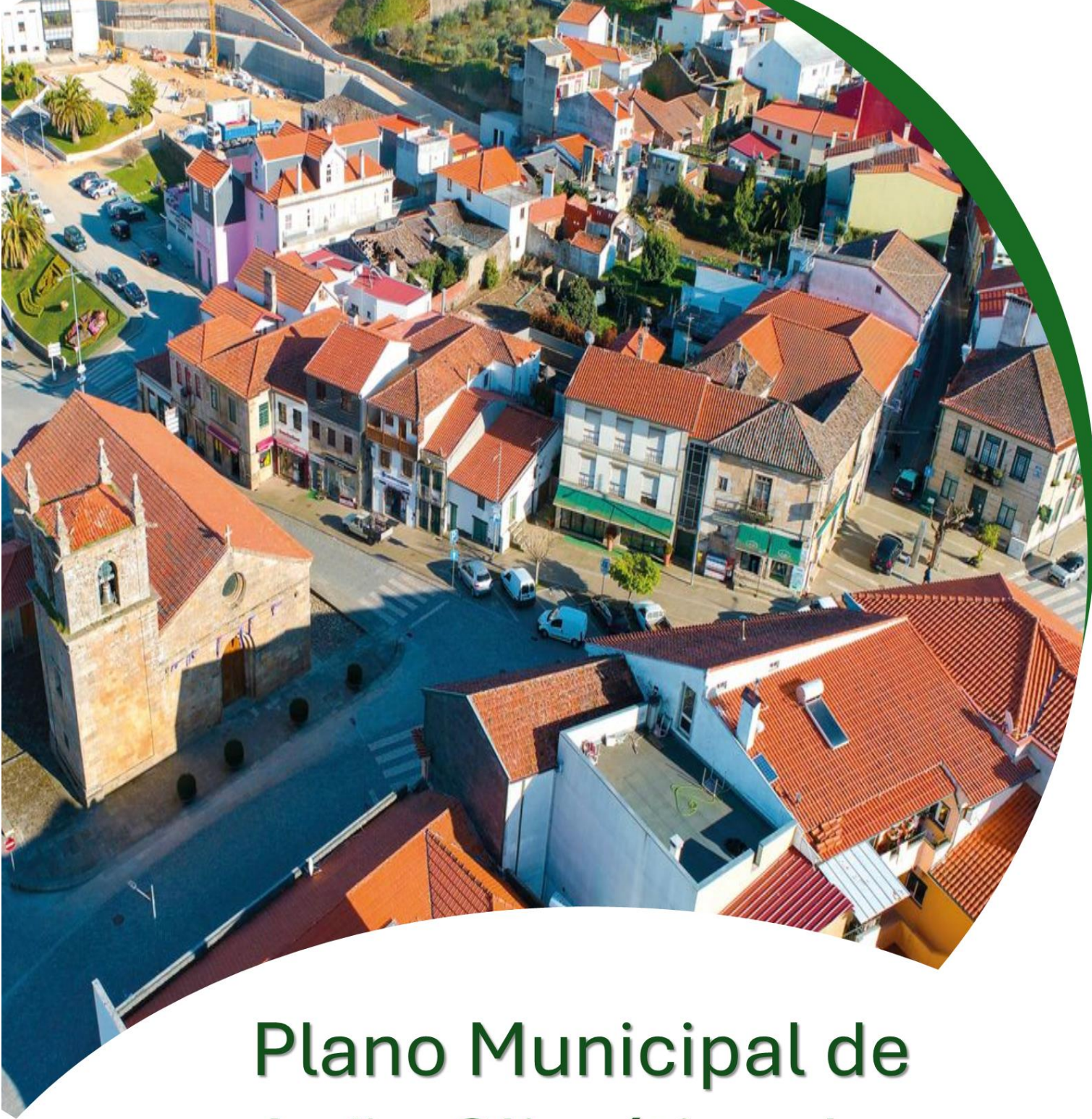




Plano Municipal de Ação Climática de Armamar – Dossier da Energia

Armamar

erre.
LRB

FICHA TÉCNICA

Título

Plano Municipal de Ação Climática de Armamar – Dossier de Energia

Equipa técnica municipal

Rosa Rodrigues

Equipa técnica de consultores – Érre LRB

António Silva

Rita Pereira

Inês Afonso

José Trabulo

André Vieira

ÍNDICE

1. Introdução	5
2. Inventário de Referência das Emissões	6
3. Metodologias de Cálculo e Fatores de Emissão	7
3.1 Energia Estacionária.....	7
3.1.1 Cálculo Emissões Eletricidade	7
3.1.2 Cálculo Emissões Combustíveis Fósseis/Produtos de Petróleo	7
3.2 Transportes.....	8
3.3 Emissões Não Energéticas	8
3.3.1 Processos Industriais e uso de produtos (IPPU)	8
3.3.2 Resíduos e Águas Residuais	8
3.3.3 Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU)	9
4. Caracterização da Situação Atual e Matriz Energética Prospetiva	10
4.1 Caracterização da Situação Atual	10
4.1.1 Consumo de Energia	10
4.1.2 Emissões Energéticas.....	14
4.1.3 Emissões Não Energéticas.....	16
4.2 Matriz Energética Prospetiva	17
5. Conclusão.....	19
Bibliografia	20

Índice de Figuras

Figura 1 - Consumo Energético por Vetor em 2009 (GWh).....	10
Figura 2 - Consumo Energético por Vetor em 2019 (GWh)	11
Figura 3 - Consumo de Combustíveis Fósseis por Setor em 2009 (MWh)	11
Figura 4 - Consumo de Combustíveis Fósseis por Setor em 2019 (MWh).....	12
Figura 5 - Consumo de Eletricidade por Setor em 2009 (MWh).....	12
Figura 6 - Consumo de Eletricidade por Setor em 2019 (MWh).....	13
Figura 7 - Consumo Total de Energia (MWh) por Setor nos anos de 2009 e 2019.....	13
Figura 8 - Emissões Energia Estacionária (ktCO ₂ e) em 2019 por setor e por âmbito.	14
Figura 9 - Emissões Energia Estacionária (ktCO ₂ e) em 2009 por setor e por âmbito.....	14
Figura 10 - Emissões dos Transportes (ktCO ₂ e) em 2009 por Setor e Âmbito.....	15
Figura 11 - Emissões dos Transportes (ktCO ₂ e) em 2019 por Setor e Âmbito.	15
Figura 12 - Emissões Não Energéticas (ktCO ₂ e) em 2015 por Setor e Âmbito.	16
Figura 13 - Emissões Não Energéticas (ktCO ₂ e) em 2019 por Setor e Âmbito.	16
Figura 14 - Evolução Emissões Energéticas (tCO ₂ e) entre 2009 e 2019.....	18
Figura 15 - Projeção de Emissões de GEE Energéticas por Setor entre 2009 e 2030 (PNEC 2030).	18
Figura 16 - Projeção de Emissões de GEE Energéticas Totais entre 2009 e 2050 (Lei Bases Clima).....	19

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Metas de Redução por Setor (PNEC 2030).....	17
---	----

1. Introdução

Devido à crescente ameaça das alterações climáticas, torna-se crucial reduzir as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) de forma a mitigar os seus efeitos nefastos no planeta. Neste relatório designado por Dossier de Energia do Plano Municipal de Ação Climática de Armamar, é feita uma análise dos consumos energéticos e das emissões de GEE no município, de modo a apresentar a sua posição e trajetória em relação às metas em vigor.

Através do Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC) (Resolução do Conselho de Ministros, 2020) e da Lei de Bases do Clima (Assembleia da República, 2021) foram estabelecidas metas de redução de emissões de modo que Portugal se aproxime o máximo possível da Neutralidade Carbónica até 2050.

Assim sendo, o PNEC 2030 estabeleceu as seguintes metas de redução nos vários setores:

- 70% no setor dos serviços;
- 35 % no setor residencial;
- 40 % no setor dos transportes;
- 11 % no setor da agricultura;
- 30 % no setor dos resíduos e águas residuais.

Já na Lei de Bases do Clima são adotadas as seguintes metas de redução, em relação aos valores de 2005, de emissões de GEE, não considerando o uso de solo e florestas:

- Até 2030, uma redução de, pelo menos, 55 %;
- Até 2040, uma redução de, pelo menos, 65 a 75 %;
- Até 2050, uma redução de, pelo menos, 90 %

2. Inventário de Referência das Emissões

A matriz energética do município de Armamar é analisada com base em dois anos de referência. O primeiro é o ano de 2009, definido como o ano base de reporte das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Este ano serve como ponto de partida para acompanhar a evolução das emissões ao longo do tempo. O segundo ano é 2019, o último ano com informações completas em termos de energia e emissões do território antes da pandemia COVID-19. Ele serve como referência para definir a situação energética e as emissões do município antes dos impactos da pandemia.

Também são calculadas emissões não energéticas, com apoio do relatório da APA “Emissões De Poluentes Atmosféricos Por Concelho – 2015, 2017 E 2019” (APA, 2021). Para estas emissões é considerado 2015 como ano base pois, é o ano mais recente para o qual esta informação está disponível.

De acordo com o guia do *GHG Protocol “Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories”* (GHG Protocol, 2021), as emissões são categorizadas quanto à fonte nos seguintes setores:

- Energia Estacionária;
- Processos Industriais e uso de produtos (IPPU em inglês);
- Transportes;
- Resíduos e Águas Residuais;
- Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU em inglês).

3. Metodologias de Cálculo e Fatores de Emissão

3.1 Energia Estacionária

As emissões deste setor são as que resultam do consumo de eletricidade (âmbito 2) e da combustão de combustíveis fósseis (âmbito 1) no município. Também foram consideradas as perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica pela rede (âmbito 3).

3.1.1 Cálculo Emissões Eletricidade

As emissões derivadas do consumo de Eletricidade foram calculadas a partir dos dados de consumo por município e setor disponibilizados pela DGEG para os anos 2009 e 2019 (DGEG). Para efetuar o cálculo Emissões Eletricidade, foi usada a seguinte equação baseada na metodologia de cálculo descrita no guia do *GHG Protocol* (GHG Protocol, 2021):

$$\text{Emissões GEE (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo energético (MWh)} \times \text{Fator de emissão } \left(\frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{MWh}} \right)$$

Os fatores de emissão da Eletricidade foram disponibilizados pela APA. Para 2009 o fator de emissão para Portugal Continental foi 0,366 tCO₂e/MWh e para 2019 foi 0,224 tCO₂e/MWh (APA, 2023).

As emissões derivadas das perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica pela rede, foram estimadas aplicando um fator de perda de 10,0% (World-Bank, 2014).

3.1.2 Cálculo Emissões Combustíveis Fósseis/Produtos de Petróleo

No que concerne às emissões derivadas do consumo de combustíveis fósseis/produtos de petróleo, estas foram calculadas a partir dos dados de vendas de petróleo e consumo de gás natural por município e setor disponibilizados pela DGEG para os anos 2009 e 2019. Para os produtos de petróleo foi usada a seguinte equação para calcular o consumo energético associado:

$$\text{Consumo (MWh)} = \text{Consumo (ton)} \times \text{VCL} \left(\frac{\text{GJ}}{\text{t}} \right) \times 0,27778 \text{ (Fator de conversão GJ em MWh)}$$

VCL = Valor calorífico líquido

- Para o consumo de gás natural calculou-se o consumo energético associado da seguinte forma:

$$\text{Consumo (MWh)} = \text{Consumo (10}^3\text{Nm}^3) \times \text{PCS} \left(\frac{\text{GJ}}{10^3\text{Nm}^3} \right) \times 0,27778$$

(Fator de conversão GJ em MWh)

PCS = Poder calorífico superior

Para efetuar o cálculo das emissões resultantes do consumo dos produtos de petróleo e gás natural usou-se a seguinte equação:

$$Emissões\ GEE(tCO_2e) = Consumo\ (MWh) \times Fator\ de\ emissão\ \left(\frac{tCO_2e}{MWh}\right)$$

Os fatores de emissão utilizados foram os constantes nas diretrizes do IPCC de 2006 (IPCC, 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*)

3.2 Transportes

Na elaboração do cálculo das emissões dos transportes, consideraram-se os transportes rodoviários, ferroviários e *Off-Road*, que corresponde ao uso de transportes na Agricultura. As emissões dos transportes ferroviários correspondem às emissões da eletricidade no setor dos Transportes. Para os rodoviários e *Off-Road*, o processo de cálculo foi o descrito na secção 3.1.2, sendo que para *Off-Road* considerou-se o consumo de gasóleo rodoviário e colorido no setor da Agricultura.

3.3 Emissões Não Energéticas

A determinação das Emissões Não Energéticas foi feita, em parte, com auxílio dos dados do Relatório da APA “Emissões De Poluentes Atmosféricos Por Concelho – 2015, 2017 E 2019” (APA, 2021). Este contém informação sobre as emissões de poluentes atmosféricos por fonte e por Concelho para os anos 2015, 2017 e 2019. Para as emissões não energéticas ter-se-á como ano base 2015 em vez de 2009, pois é o ano mais recente para o qual esta informação está disponível.

3.3.1 Processos Industriais e uso de produtos (IPPU)

Para este setor, consideraram-se as emissões relativas ao consumo de produtos do petróleo não energéticos usados em Processos Industriais (ex. Nafta Química) e ao Uso de Produtos (Parafinas, Lubrificantes, etc.). O processo de cálculo destas emissões foi o descrito na secção 3.1.2. onde foram também consideradas as emissões de gases fluorados na indústria.

3.3.2 Resíduos e Águas Residuais

Neste setor, calcularam-se as emissões relativas ao tratamento de águas residuais a partir do Relatório da APA mencionado anteriormente (APA, 2021). Para converter os valores das emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) em tCO₂e foram usados os valores de Potencial de Aquecimento Global constantes do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2014) e usada a metodologia descrita no guia do *GHG Protocol* (GHG Protocol, 2021):

$$\text{Emissões GEE (tCO}_2\text{e)} = (\text{Emissões (CH}_4\text{)} \times \text{PAG (CH}_4\text{)}) + (\text{Emissões (N}_2\text{O)} \times \text{PAG (N}_2\text{O)})$$

$$\text{PAG} = \text{Potencial de Aquecimento Global; PAG (CH}_4\text{)}=28; \text{PAG (N}_2\text{O)}=265$$

Quanto aos resíduos sólidos, de acordo com o relatório de Armamar “Destino dos Resíduos Urbanos Recolhidos em 2019” foram enviados em 2019 para aterro 2023 toneladas de resíduos urbanos (CM Armamar, 2019). E, de acordo com os dados da Pordata, em 2015 foram enviados para aterro também 2023 toneladas de resíduos urbanos (PORDATA, 2024). Dada a localização das instalações da Resinorte, que é a entidade que efetua o tratamento os resíduos do município de Armamar, o aterro para onde os resíduos urbanos são enviados encontra-se fora dos limites geográficos deste, pelo que as emissões associadas a estes resíduos serão consideradas como âmbito 3.

Assim, e de acordo com as metodologias descritas no “*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories*” (GHG-Protocol, 2021), foram calculadas as emissões derivadas da deposição de resíduos sólidos em aterro. Para este cálculo, foi utilizada a estimativa “*Methane Commitment*”:

$$\text{Emissões de CH}_4 = \text{MRS} \times L_0 \times (1-f_{\text{rec}}) \times (1-\text{OX})$$

MRS = Massa Resíduos Sólidos

L0 = Potencial de geração de Metano

Frec = fração de metano recuperada no aterro

OX = fator de oxidação

3.3.3 Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU)

Neste setor, consideraram-se as emissões da Agropecuária e, usando os dados do Relatório da APA (APA, 2021), utilizou-se a mesma metodologia descrita na secção anterior para converter os valores em tCO₂e.

4. Caracterização da Situação Atual e Matriz Energética Prospetiva

4.1 Caracterização da Situação Atual

4.1.1 Consumo de Energia

Os gráficos seguintes apresentam os dados sobre o consumo energético do município nos anos 2009 e 2019.

Nas Figuras 1 e 2, podemos verificar que o gasóleo rodoviário é o vetor por onde se consome mais energia em ambos os anos, no entanto houve uma redução significativa do consumo deste combustível de 2009 para 2019, aumentando o consumo de Eletricidade, Gás Natural e Gás Liquefeito de Petróleo (GPL).

No geral, verifica-se um aumento da eletrificação (~16%) e uma redução do uso de combustíveis fósseis (~22%) entre 2009 e 2019.

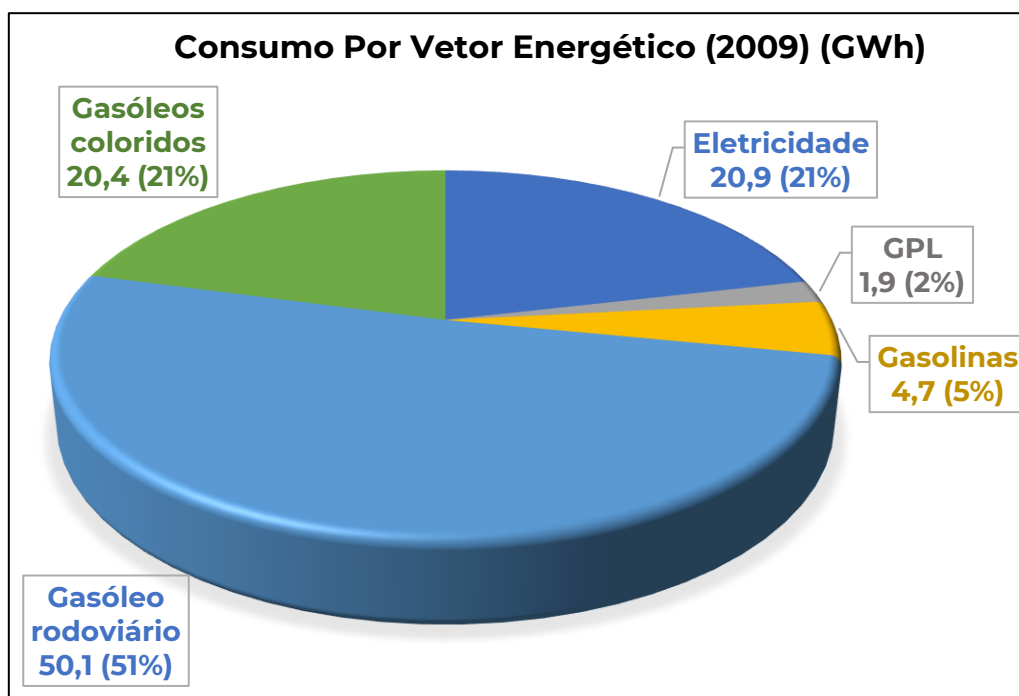


Figura 1 - Consumo Energético por Vetor em 2009 (GWh)

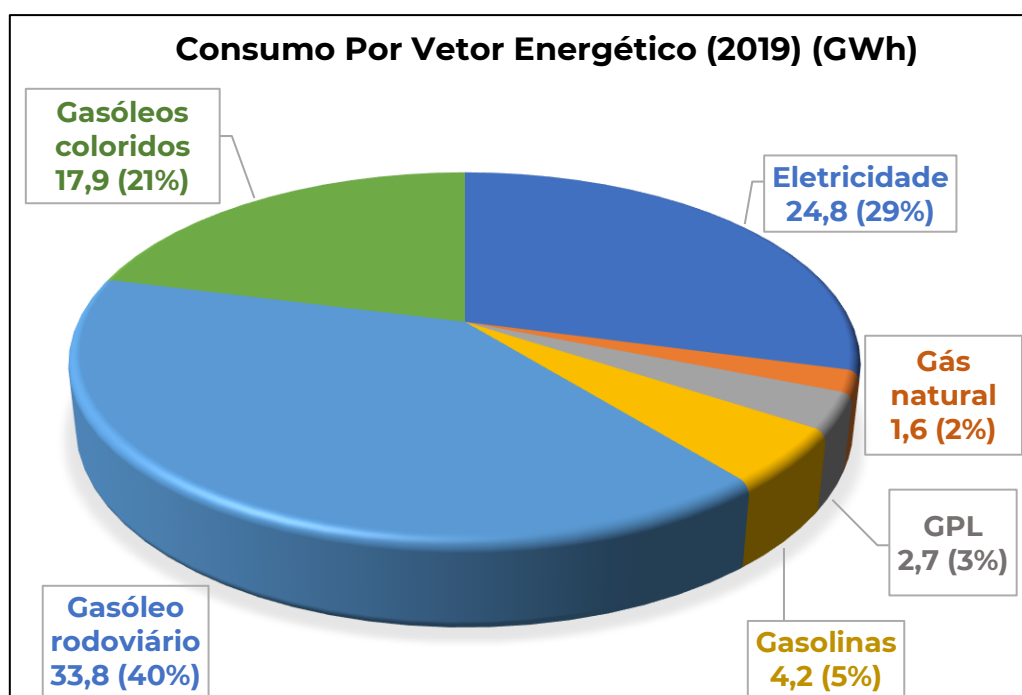


Figura 2 - Consumo Energético por Vetor em 2019 (GWh)

As figuras 3 e 4 mostram que é no setor dos transportes que, são consumidos mais significativamente os combustíveis fósseis. Porém, houve uma redução considerável (26%) de consumo neste setor em 2019. Em 2009, o segundo setor com maior consumo dos combustíveis fósseis foi os Serviços. No entanto, em 2019, a Agricultura teve o maior consumo de combustíveis fósseis a seguir aos Transportes. Para além disso, houve um aumento (86%) de consumo no setor Doméstico de 2009 para 2019 e uma redução (85%) de consumo na Indústria, embora o consumo energético nestes setores seja pouco significativo.

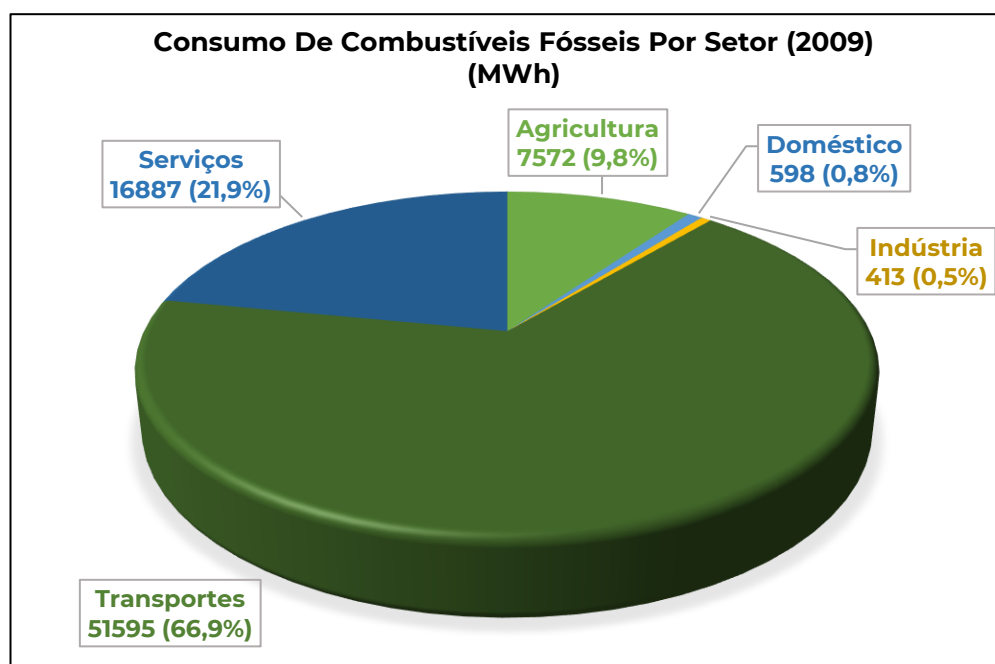


Figura 3 - Consumo de Combustíveis Fósseis por Setor em 2009 (MWh)

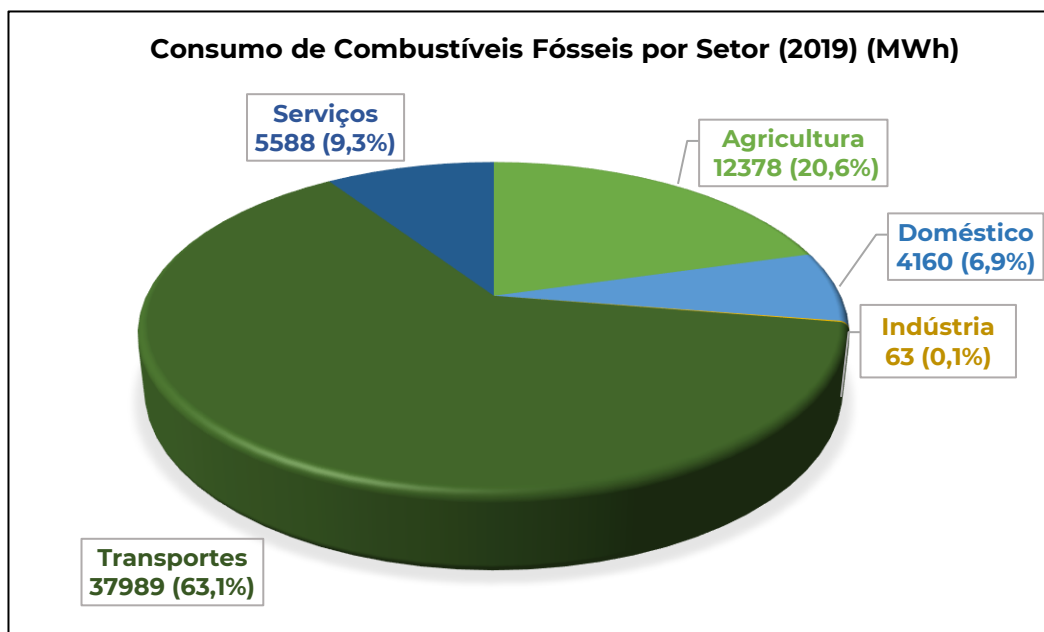


Figura 4 - Consumo de Combustíveis Fósseis por Setor em 2019 (MWh)

As figuras 5 e 6, mostram-nos a distribuição do consumo de Energia Elétrica por Setor. Verifica-se que o maior consumo de Eletricidade em 2009 pertence ao setor Doméstico. Porém, em 2019, o setor dos Serviços é o maior consumidor, notando-se um aumento de 56% em relação a 2009, enquanto o consumo doméstico foi quase o mesmo nos dois anos. De notar também a redução de 69% no consumo de Eletricidade na Indústria.

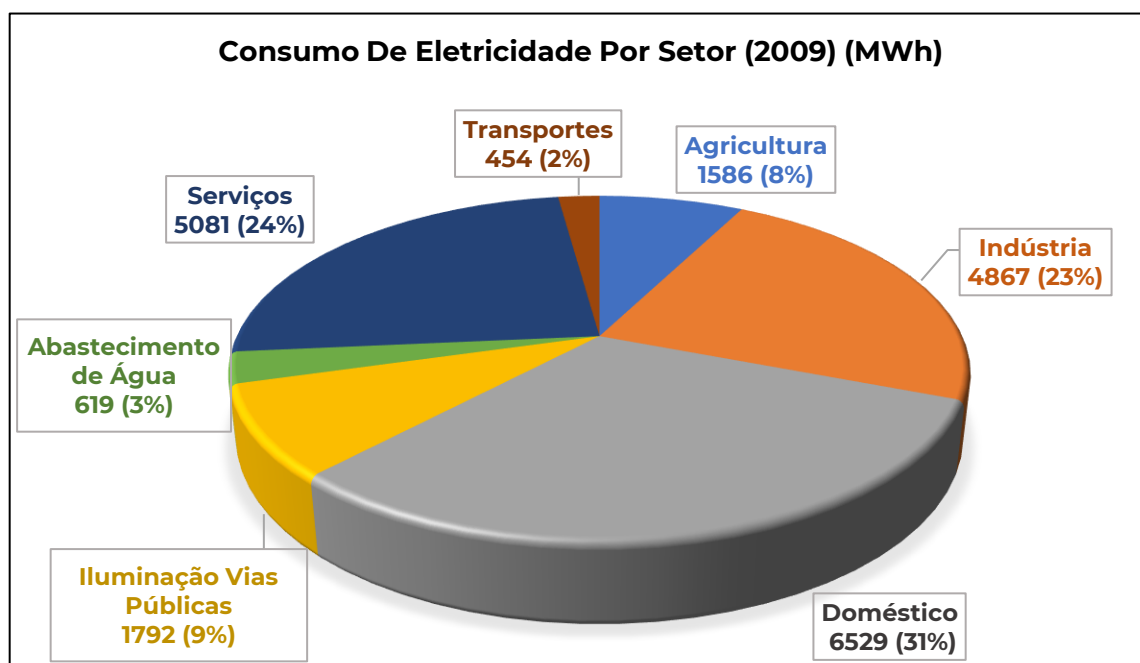


Figura 5 - Consumo de Eletricidade por Setor em 2009 (MWh)

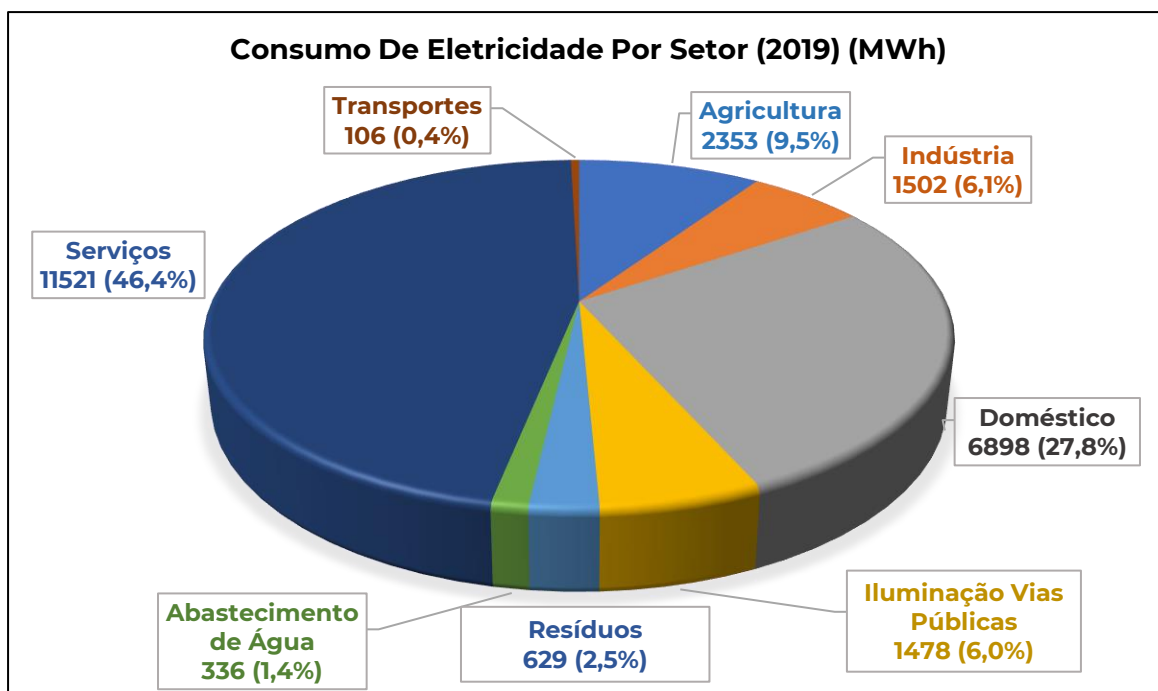


Figura 6 - Consumo de Eletricidade por Setor em 2019 (MWh)

Tendo em conta o consumo total de Energia (Figura 7), o setor dos Transportes foi o maior consumidor nos dois anos, consumindo 67% e 63% da Energia Total em 2009 e 2019, respetivamente. O segundo setor que consumiu mais foi os Serviços. Houve aumentos de consumo nos setores dos Resíduos, Agricultura e Doméstico e reduções na Indústria, Serviços e Transportes. No geral, o consumo energético reduziu em 13%.

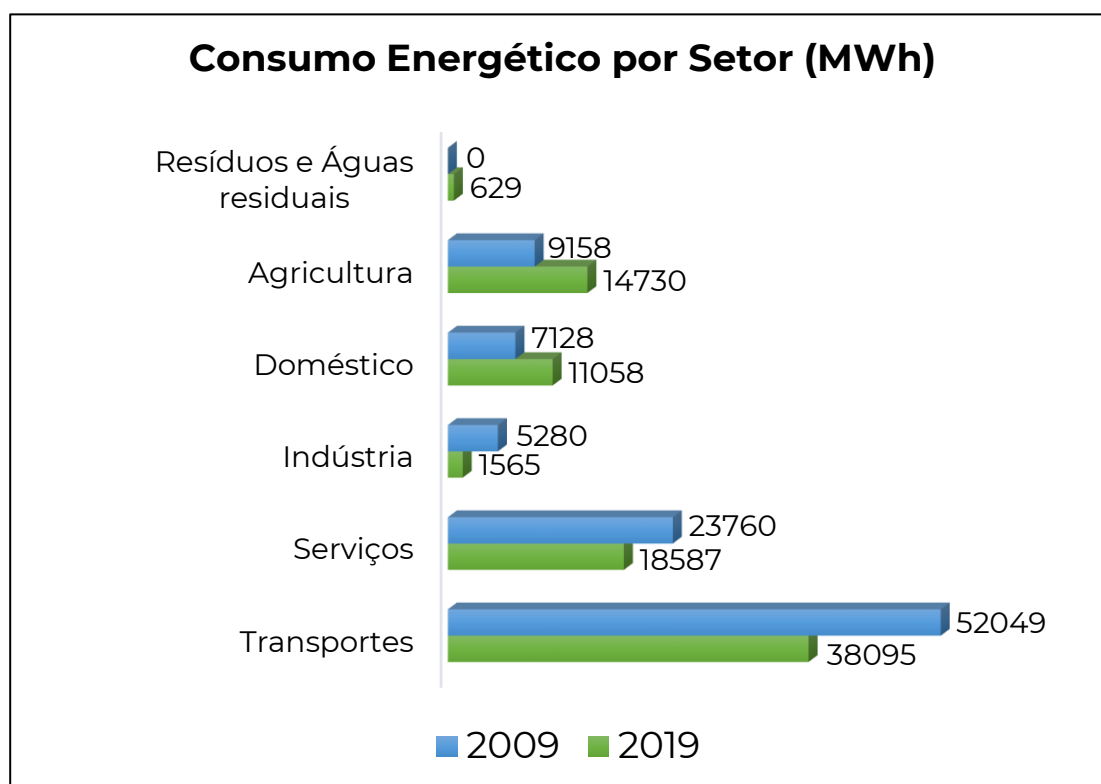


Figura 7 - Consumo Total de Energia (MWh) por Setor nos anos de 2009 e 2019.

4.1.2 Emissões Energéticas

Nos gráficos abaixo, são apresentados os dados das emissões de GEE derivadas do consumo energético nos anos 2009 e 2019 no município de Armamar.

As figuras 8 e 9 mostram que o sub-setor dos serviços é o que gera mais emissões de CO₂ no setor da Energia Estacionária, no entanto é de notar que em 2019 houve mais emissões de âmbito 2 do que âmbito 1, devido a uma grande redução de 71% em emissões de âmbito 1 entre 2009 e 2019. No geral, houve uma redução de 35% em emissões de CO₂ no setor da Energia Estacionária entre 2009 e 2019.

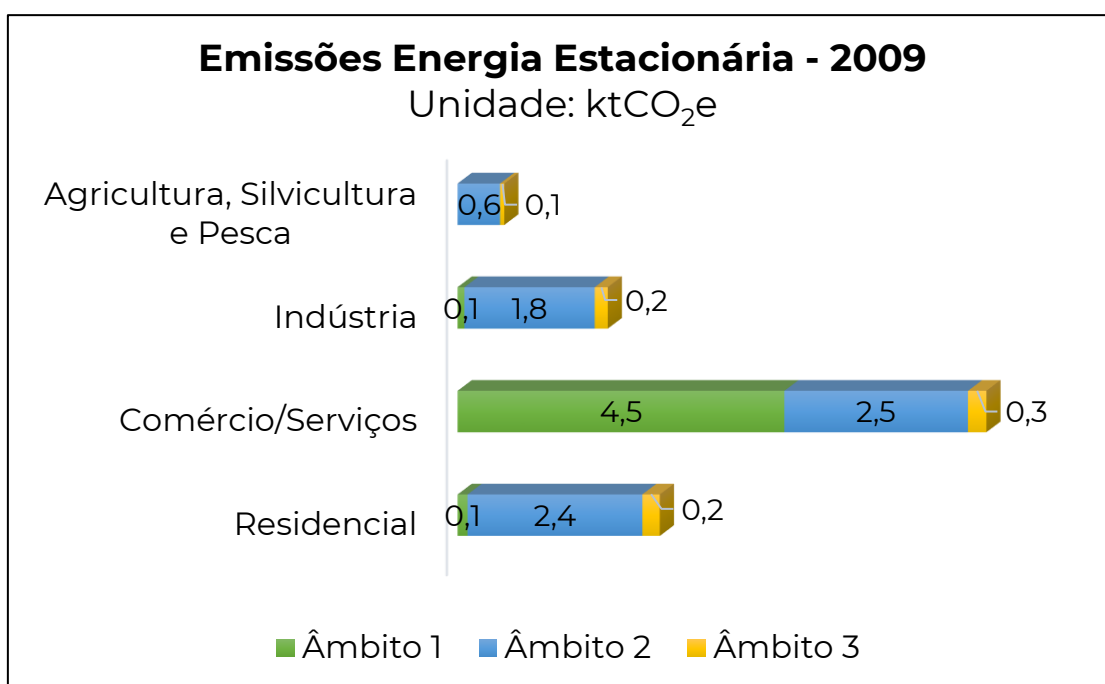


Figura 9 - Emissões Energia Estacionária (ktCO₂e) em 2009 por setor e por âmbito.

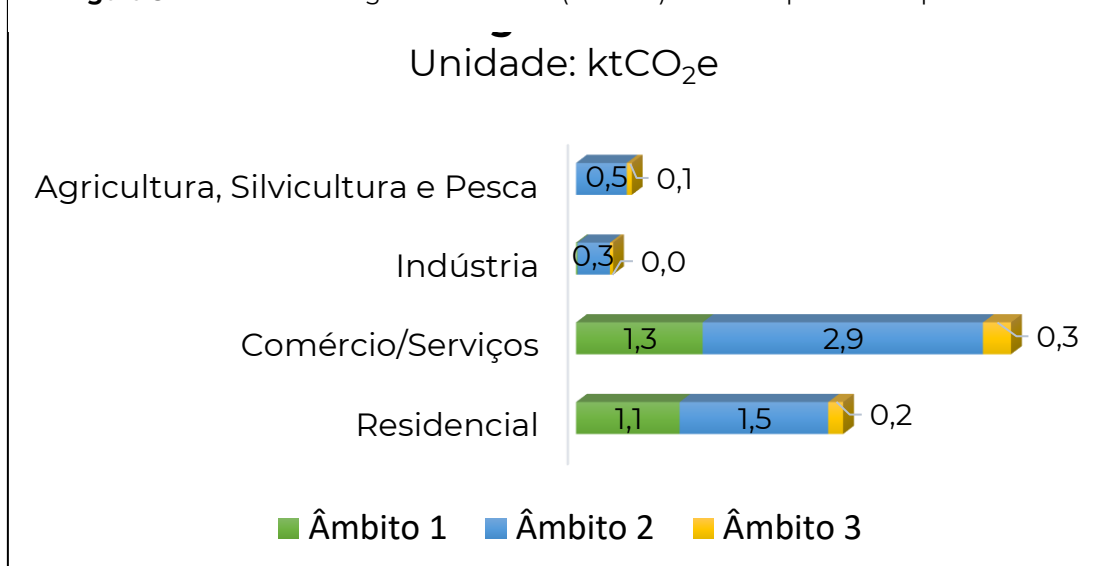


Figura 8 - Emissões Energia Estacionária (ktCO₂e) em 2019 por setor e por âmbito.

As emissões relativas aos Transportes Rodoviários, como apresentado nas Figuras 10 e 11, diminuíram 26% em relação a 2009, no entanto aumentaram ligeiramente as emissões dos transportes *Off-Road*. Além disso, não se registaram emissões relativas ao Transporte Ferroviário em 2019. No Total, aponta-se uma redução de 16% nas emissões derivadas do uso de Transportes.

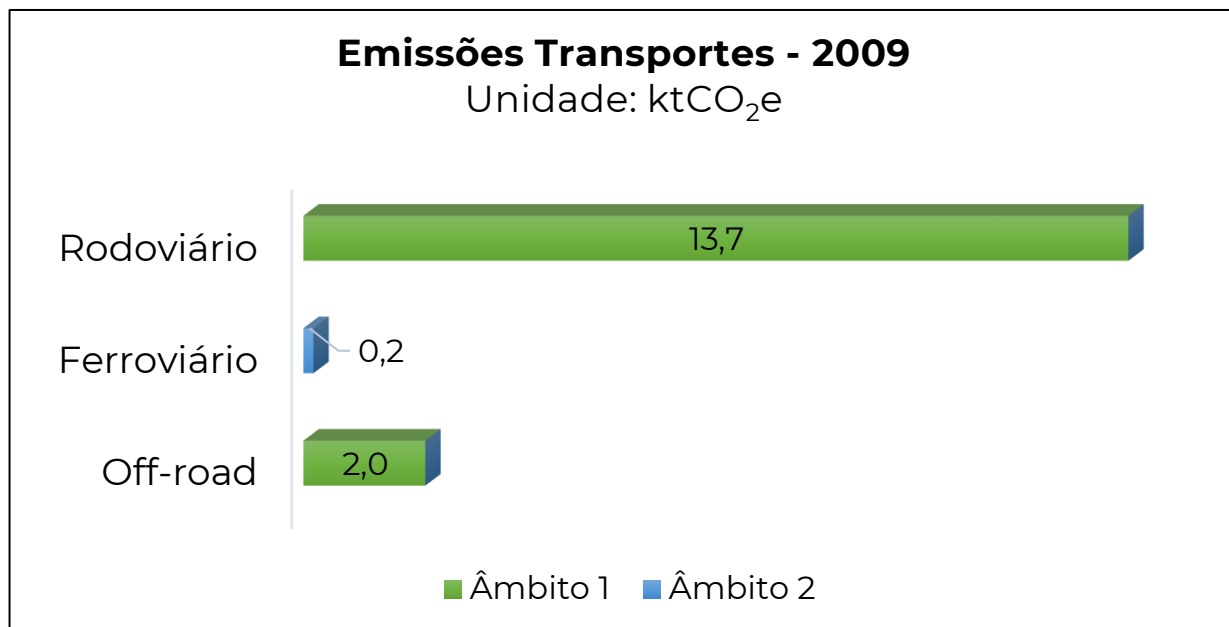


Figura 10 - Emissões dos Transportes (ktCO₂e) em 2009 por Setor e Âmbito.

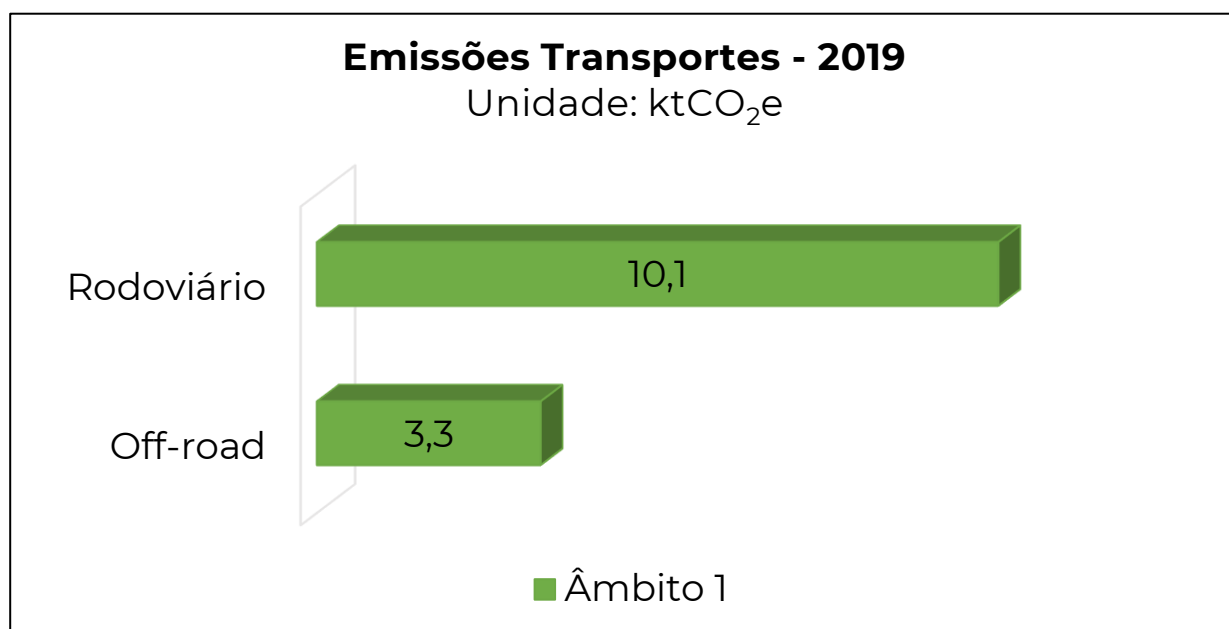


Figura 11 - Emissões dos Transportes (ktCO₂e) em 2019 por Setor e Âmbito.

4.1.3 Emissões Não Energéticas

As Emissões Não Energéticas correspondem às emissões nos setores Resíduos, IPPU e AFOLU. Pelas Figuras 12 e 13, pode-se observar que foi o setor dos Resíduos e Águas Residuais que gerou mais emissões, seguido do IPPU e Agro-Pecuária. Como o aterro para onde os resíduos urbanos são enviados localiza-se fora do município, as emissões associadas aos resíduos sólidos são consideradas de âmbito 3. Comparando os dois anos, os valores das emissões não apresentam muitas variações, com exceção de uma ligeira redução nas emissões associadas ao tratamento de águas residuais.

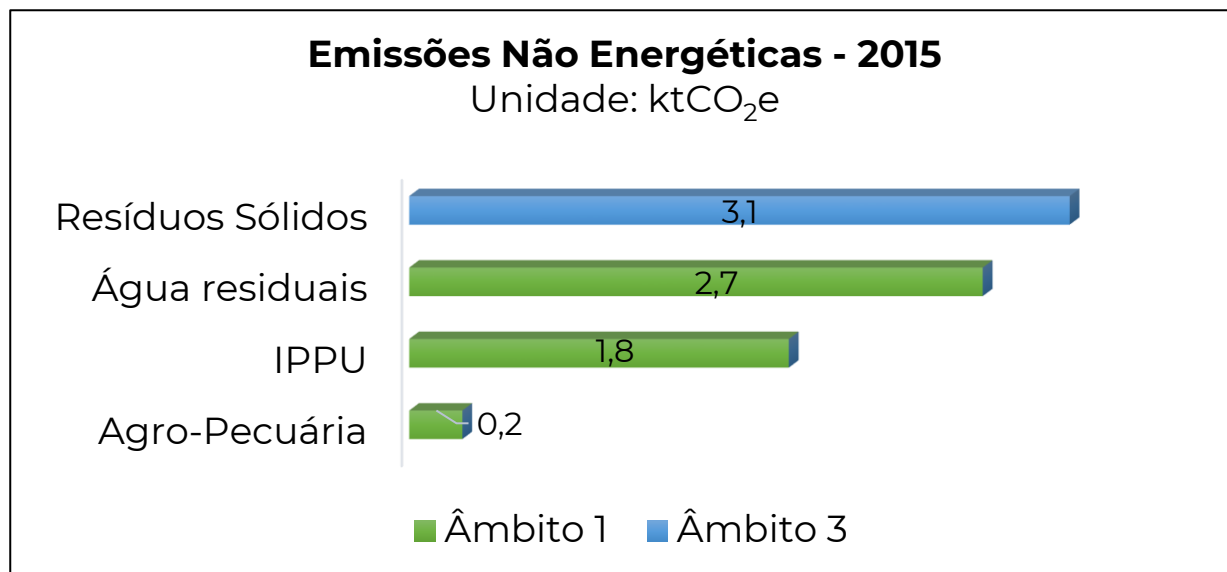


Figura 12 - Emissões Não Energéticas (ktCO₂e) em 2015 por Setor e Âmbito.

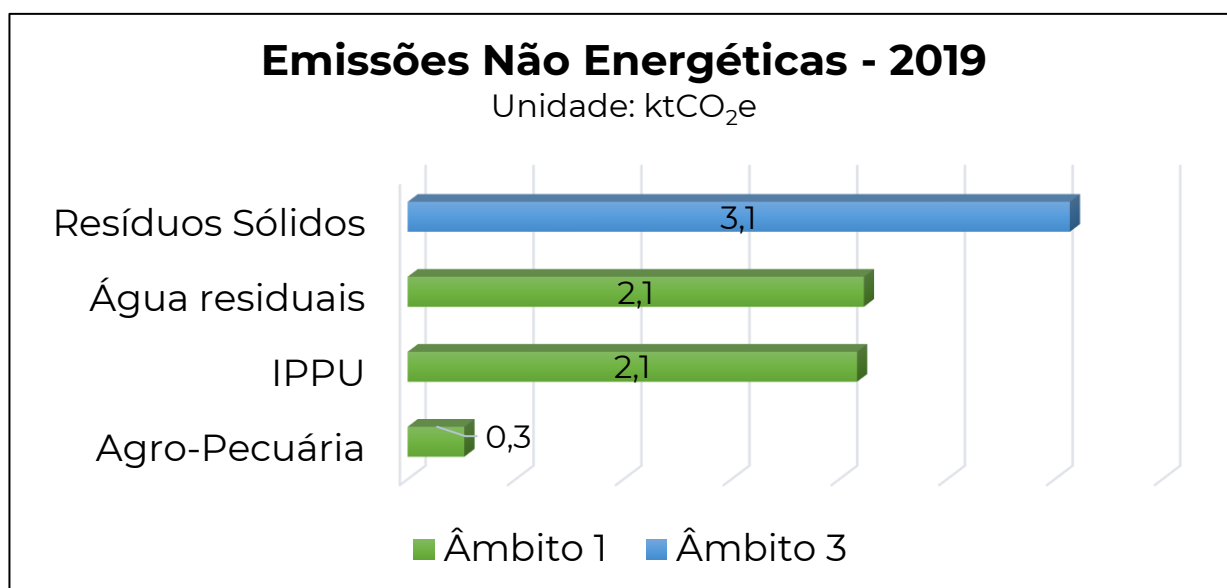


Figura 13 - Emissões Não Energéticas (ktCO₂e) em 2019 por Setor e Âmbito.

4.2 Matriz Energética Prospetiva

Em função das metas apresentadas na Tabela 1, foram feitas projeções considerando as metas de redução de emissões por setor apresentadas no PNEC (Figura 15) e projeções de emissões totais, a partir das metas de redução da Lei de Bases do Clima (Figura 16).

Como se verifica na Tabela 1 e na Figura 15, o setor dos Serviços deverá ter a maior descida em emissões (70%), seguido dos Transportes e Residencial (35 e 40%, respetivamente), depois os Resíduos e a Agricultura (30 e 11%, respetivamente).

Tabela 1 – Metas de Redução por Setor (PNEC 2030)

Setor	Metas redução PNEC 2030 (%)
Agricultura	11
Residencial	35
Transportes	40
Serviços	70
Resíduos e águas residuais	30
TOTAL	55

Através da Figura 14, podemos observar a evolução das emissões derivadas do consumo energético no município entre 2009 e 2019, pelo que houve um ligeiro aumento (32%) no setor da Agricultura, no entanto nota-se uma redução significativa nos setores da Indústria (81%), Transportes (27%) e Serviços (40%).

No geral, em 2019, diminuíram-se as emissões de GEE em 24% relativamente a 2009.

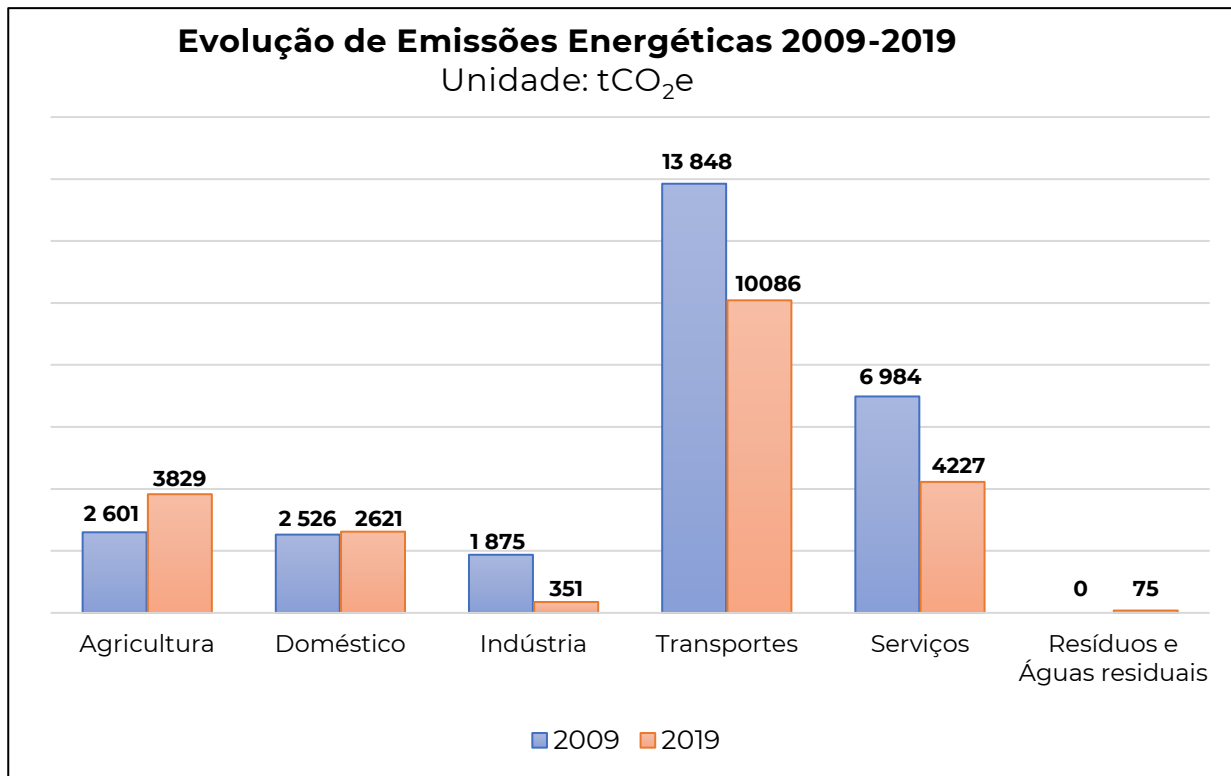


Figura 14 - Evolução Emissões Energéticas (tCO₂e) entre 2009 e 2019.

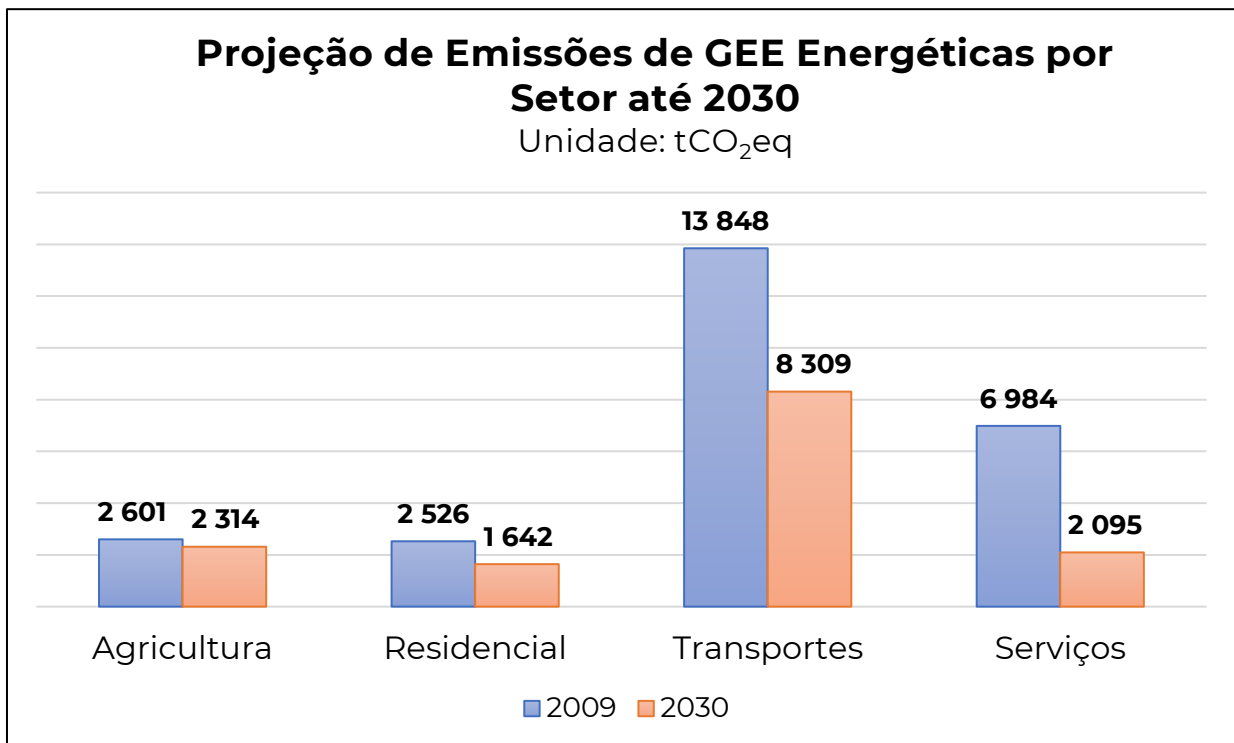


Figura 15 - Projeção de Emissões de GEE Energéticas por Setor entre 2009 e 2030 (PNEC 2030).

Quanto às emissões totais, deverá haver uma redução em relação a 2009 de 55% até 2030, 65% até 2040 e 90% até 2050 (Figura 16).

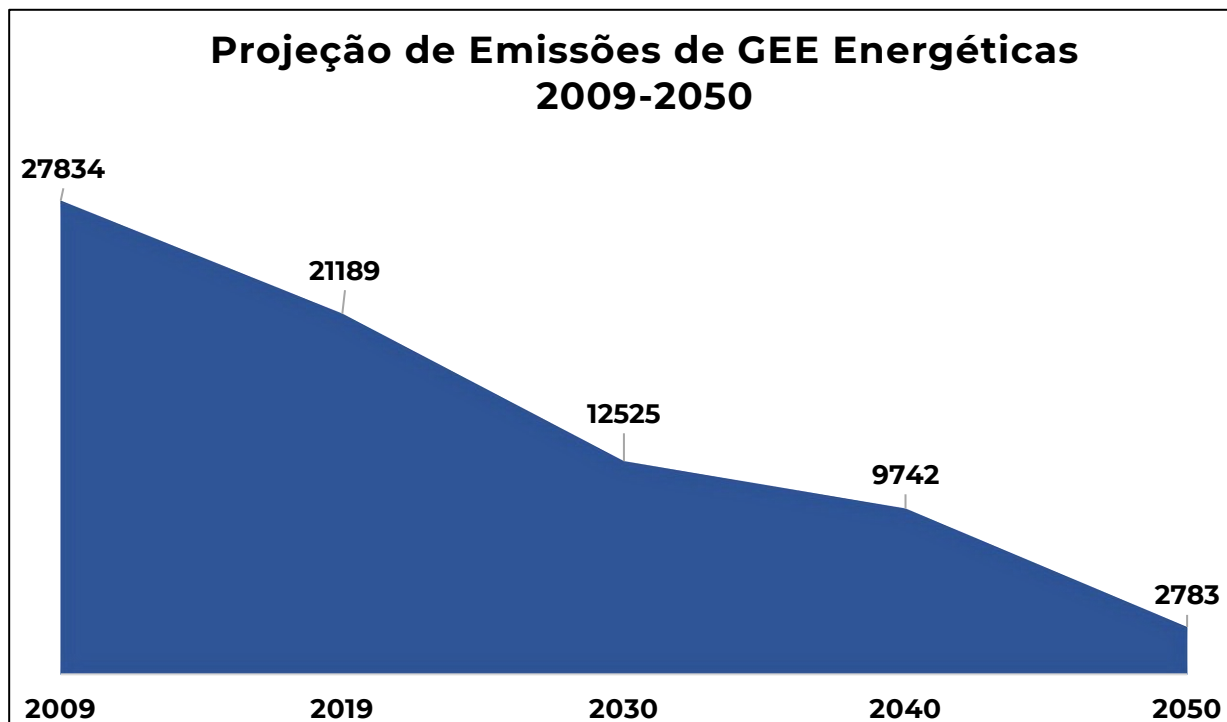


Figura 16 - Projeção de Emissões de GEE Energéticas Totais entre 2009 e 2050 (Lei Bases Clima).

De acordo com a figura anterior, o município deverá reduzir as emissões para 2783 tCO₂e até 2050 de acordo com a Lei de Bases do Clima. Entre os anos de 2040 e 2050 perspectiva-se a descida mais acentuada dos próximos anos, onde também irão incidir as ações mais significativas de mitigação de adaptação do Plano Municipal de Ação Climática de Armamar.

5. Conclusão

Pelos resultados apresentados, verifica-se que o município de Armamar apresenta uma trajetória positiva de redução de emissões, tendo reduzido o consumo de combustíveis fósseis em 22% e um aumento de 16% do consumo de Eletricidade no período de 2009 até 2019. Comparando os gráficos das Figuras 14 e 15, verifica-se que o Município não está muito longe de atingir as metas estabelecidas para 2030, devido ao progresso já feito de 2009 até 2019, tendo-se diminuído as emissões de GEE neste período em quase metade (24%) comparado com a meta de 2030 (55%). Contudo, de modo a atingir as metas de redução da Lei de Bases do Clima até 2050, terão de ser tomadas medidas mais drásticas e ambiciosas, nomeadamente reduzir ainda mais o consumo de combustíveis fósseis, aumentar a eletrificação e aumentar a produção de Energia por fontes renováveis.

Bibliografia

- APA. (Agosto de 2021). Obtido de <https://apambiente.pt/clima/distribuicao-especial-de-emissoes-nacionais-2015-2017-e-2019>
- APA. (Agosto de 2021). Obtido de https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/APA_Emissoes_Concelho_2015_2017_2019_SITE.PDF
- APA. (2023). Obtido de https://www.apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20230427/FE_GEE_Eletricidade2023rev3.pdf
- Assembleia da República. (31 de Dezembro de 2021). Lei de Bases do Clima. Obtido de <https://files.dre.pt/1s/2021/12/25300/0000500032.pdf>
- CM Armamar. (2019). Obtido de https://www.cm-armamar.pt/cmarmamar/uploads/writer_file/document/1182/grafico_residuos_2019.pdf
- CM-Armamar. (s.d.). Obtido de https://www.cm-armamar.pt/cmarmamar/uploads/writer_file/document/1182/grafico_residuos_2019.pdf
- DGEG. (s.d.). Consumo por município e setor de atividade. Obtido de <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/electricidade/consumo-por-municipio-e-setor-de-atividade/>
- EU. (s.d.). *EUR-Lex*. Obtido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R2066-20220828>
- GHG Protocol. (2021). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (version 1.1)*. Obtido de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf
- IPCC. (s.d.). Em *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Obtido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf
- IPCC. (2014). Obtido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- PORDATA. (2024). Obtido de <https://www.pordata.pt/municipios/residuos+urbanos+total+e+por+tipo+de+operacao+de+destino-67-246>
- Resolução do Conselho de Ministros. (2020). *PNEC 2030*. DR. Obtido de <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>
- World-Bank. (2014). Obtido de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Series/EG.ELC.LOSS.ZS>