

O PAPEL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE ABATE DE ANIMAIS

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL LICENSING IN REDUCING ENERGY CONSUMPTION IN ANIMAL SLAUGHTER INDUSTRY

Anderson Carneiro de Souza

Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
(andersoncs@outlook.com)

Silvio Roberto Magalhães Orrico

Professor da UEFS. (srm.orrigo@gmail.com)

Severino Soares Agra Filho

Professor Associado do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Bahia.
(severino@ufba.br)

Resumo:

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne no mundo, com destaque para as indústrias de carne bovina e de frango. Tal atividade, como outras, ocasiona impactos ambientais que devem ser mitigados, sendo passível de licenciamento ambiental. Portanto, o objetivo desta pesquisa é avaliar o consumo de energia para o abate de animais, de acordo com dados do licenciamento ambiental do estado da Bahia e relacioná-los com os valores de “benchmarking” ou os resultados mais favoráveis praticados por esse setor. Foram utilizados dados secundários de consumo de energia de 25 empreendimentos licenciados pelo INEMA, no período de 2006 a 2012, contidos em documentos do processo de Licenciamento Ambiental, fornecidos pelas empresas para obtenção da licença ambiental. Os resultados de consumo de energia observados estão bastante aquém dos valores de referência praticados em outros países. Portanto, pode-se inferir que a análise do consumo não é considerada no mérito da apreciação do licenciamento ambiental, que se restringe apenas às medidas de controle e desconsidera a relevância preventiva de se buscar a ecoeficiência energética.

Palavras-chave: consumo de energia, licenciamento ambiental, abate de animais.

Abstract:

Brazil is one of the largest producers and exporters of meat in the world, especially the beef and poultry industries. This activity, like others, causes environmental impacts to be mitigated, being subject to environmental licensing. Therefore, the objective of this research is to evaluate the energy consumption in the environmental licensing of the Bahia state for slaughtering animals, and relate them to the values of "benchmarking" or the most favorable results performed by this sector. The data of 25 projects licensed by INEMA the period 2006 to 2012, collecting secondary data of energy consumption in documents that characterize the developments, provided by the companies to obtain the environmental license. Power consumption results observed are well above the reference values practiced in other countries. Therefore, it can be inferred that the analysis of consumption of energy is not considered in the assessment of environmental licensing, what is restricting only the control measures and disregarding the preventive importance of seeking eco-efficiency.

Key-words: energy consumption, environmental licensing, killing of animals.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de abate de animais é essencial para o fornecimento de alimento para o brasileiro e, conseqüentemente, para a população baiana, como também faz parte da alimentação de habitantes de diversos países. Além desse

benefício, tal atividade contribui para elevar os índices econômicos, principalmente da balança comercial, com a exportação do produto. No entanto, como na maioria dos processos produtivos, devem ser adotadas medidas mitigadoras para minimizar os impactos

ambientais inerentes à sua cadeia produtiva. O Brasil, atualmente, é um dos maiores produtores e exportadores de carne no mundo (ABPA, 2014; ABIEC, 2014). Neste cenário, destacam-se as indústrias de carne bovina e de frango como os maiores produtores. No estado da Bahia, diferente do que acontece no cenário nacional, a produção da carne bovina é maior que a produção de frango, mas quando comparada com a produção de outros Estados, principalmente das regiões sul, sudeste e centro-oeste, observa-se uma produção mais moderada (IBGE, 2014).

Os impactos ambientais ocasionados nas atividades de abate de animais resultam do alto consumo de água, energia e outros insumos, bem como da geração de resíduos sólidos, de efluentes líquidos e de emissões atmosféricas, entre outros. A utilização de energia térmica nesta atividade, oriunda do uso de vapor d'água, através da queima de combustíveis em caldeiras, bem como as correspondentes emissões atmosféricas que produzem, torna-se um importante alvo para a minimização de impactos dessa atividade.

A indústria de abate de animais consome quantidades significativas de energia térmica para esterilização e limpeza nos abatedouros e frigoríficos e para cozimento, digestão ou secagem, quando estes possuem graxarias, usando de 80% a 85% de toda a energia utilizada nessa atividade. Embora a matriz elétrica brasileira disponha, predominantemente, de fontes renováveis, sobretudo, a hidroeletricidade (EPE, 2015), o consumo nessa atividade, em geral, advém de combustíveis fósseis. A queima desses combustíveis tem impacto direto na qualidade do ar, e a sua substituição por outras fontes mais limpas deve ser cada vez mais priorizada na indústria. Assim, o consumo de energia elétrica não deve ser desconsiderado, pois representa de 15% a 20% do consumo total de energia (UNEP, 2000).

Obrigações estabelecidas na legislação sanitária também demandam consumo de energia no processo de abate de animais, principalmente, na refrigeração do ambiente de trabalho e na operação das câmaras de resfriamento e congelamento (BRASIL, 1998; ROÇA, 2000 *apud* BUENO, 2008), visando à qualidade da carne que chega até o consumidor final.

Existem importantes avanços nas tecnologias disponíveis no mercado, com a finalidade de reduzir o consumo energético, sendo a fiscalização e o licenciamento ambiental

instrumentos importantes, aplicados pelos órgãos ambientais, que permitem a indução dessas medidas, principalmente este último na etapa de instalação.

A consideração da energia nas ações de gestão ambiental propicia tanto o uso eficiente associado à redução do consumo desse insumo, como também se reflete no retorno financeiro, reduzindo os custos operacionais do processo produtivo. No entanto, quando a gestão ambiental industrial se restringe apenas em atender às obrigações legais e não se atenta aos princípios da produção mais limpa, perde-se a oportunidade de melhorar cada vez mais seus indicadores e, conseqüentemente, a minimização dos impactos ambientais. Assim, a energia tem um papel fundamental no processo de minimização desses impactos.

Neste contexto, o licenciamento ambiental, apesar de o objetivo principal ser verificar o atendimento a todo arcabouço legal pertinente à atividade, torna-se uma instância reguladora que propicia a indução da ecoeficiência na avaliação dos processos produtivos, incluindo indicadores que demonstrem um melhor uso dos insumos energéticos.

Portanto, neste estudo de caso, o objetivo será avaliar o consumo de energia no abate de animais e como o licenciamento ambiental do estado da Bahia está abordando tal tema e relacionando com os valores de "benchmarking" ou os resultados mais favoráveis praticados por esse setor.

2. METODOLOGIA

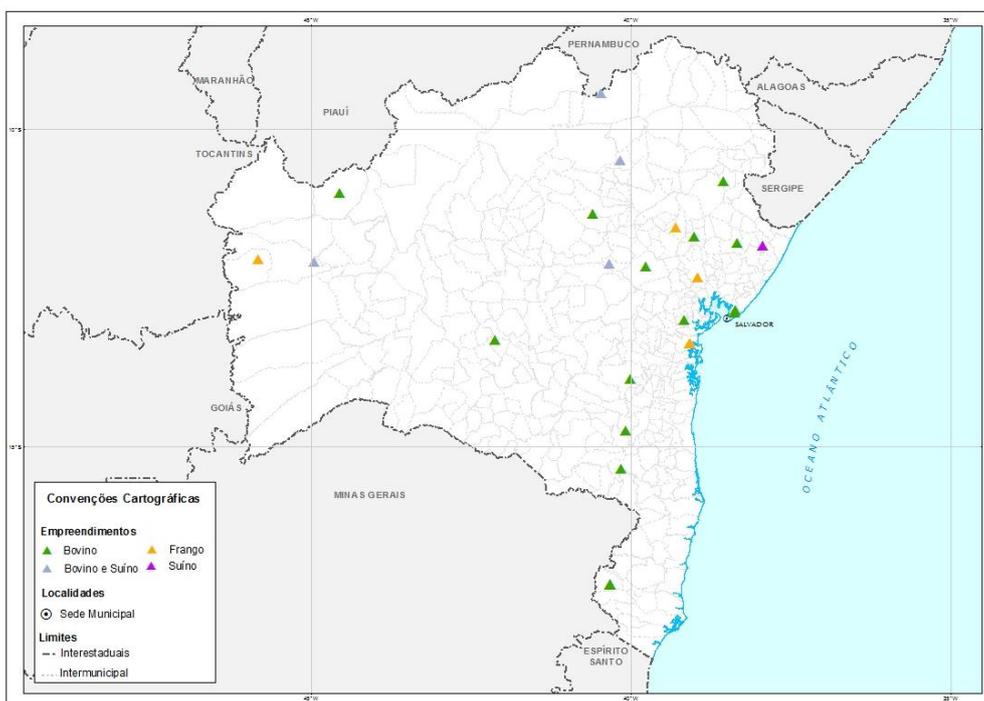
Para o desenvolvimento da pesquisa, foram consideradas informações bibliográficas, além de um conjunto de atividades do setor de abate de animais no estado da Bahia. Dessa forma, a pesquisa adotou como procedimento básico as análises bibliográficas e documentais constantes dos processos de licenciamento ambiental e disponíveis no sistema de informação do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), órgão ambiental do estado da Bahia.

Os dados de consumo de energia foram obtidos em documentos que caracterizam os empreendimentos, fornecidos pelas empresas para obtenção da licença ambiental, sendo todos estes dados secundários. Buscaram-se, ainda, informações sobre a produção, mais especificamente, o número de animais abatidos, com objetivo de estabelecer os indicadores

ambientais. Os dados coletados foram adquiridos em 25 processos de licenciamentos ambientais formados no período de 2006 a 2012, relacionados com a atividade de abate de animais. Este período de sete anos foi estipulado para contemplar todos os empreendimentos, considerando um tempo médio de cinco anos o prazo de validade das licenças ambientais, e, assim, incluir também os pedidos de renovação.

Foram selecionados processos em diversos municípios, conforme Figura 1, sendo todos relacionados à etapa de operação de empreendimentos em funcionamento, a fim de se obterem dados reais e não estimados em projetos, como acontece nas fases de localização e instalação. Consideraram-se descartados os empreendimentos que não abatem boi, porco e frango, e aqueles que não estavam sob a guarda do arquivo técnico do INEMA (BAHIA, 2000).

Figura 1: Localização dos abatedouros e frigoríficos avaliados



Fonte: Souza (2015).

As indústrias de abate de bovinos, suínos e de frangos foram classificadas por tipo de processo produtivo (abatedouros e frigoríficos) e porte (pequeno, médio e grande), segundo critérios estabelecidos no Decreto Estadual Nº 14.024 de 06 de junho de 2012 (BAHIA, 2012). Para analisar o consumo de energia entre os frigoríficos e abatedouros, realizou-se o Teste t, utilizando para tanto o *software* PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), versão 2.17c, e adotando um limite de confiança de 95% e significância de 5%.

Dessa forma, foram considerados os dados de consumo de energia indicados em 12 frigoríficos e 13 abatedouros. Esses empreendimentos correspondem a 58% do número de indústria de abate e 78%, 56% e 90% da produção de carne de boi, porco e

frango no estado da Bahia, respectivamente (ADAB, 2014; BRASIL, 2014; IBGE, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da sistematização dos dados obtidos, foram procedidas análises relativas aos consumos médios praticados, bem como os valores de referência das tecnologias disponíveis.

Pode-se destacar nesta pesquisa que nenhum dado sobre consumo energético nas indústrias de abate de suínos foi obtido nos processos de licenciamento ambiental, impossibilitando qualquer avaliação de eficiência energética, embora também passem pelos mesmos procedimentos que se

submetem as indústrias de abate de bovinos e de frango.

3.1 A indústria de abate de bovinos

Na Tabela 1, são apresentados os consumos das energias térmica e elétrica e dos combustíveis utilizados para a sua geração, necessários para o abate de bovinos.

Pode-se verificar na Tabela 1 que apenas dados referentes à geração de vapor são disponibilizados nos processos de

licenciamento ambiental dos abatedouros de bovinos, com uma média de 725 ± 600 kg/h. No entanto, essa informação só estava contida em 60% dos empreendimentos, enquanto que o consumo de energia elétrica e o de outras fontes de energia não foram informados, assim como a análise desses dados não foi considerada no licenciamento ambiental.

Na Tabela 2, são apresentados os consumos de energias térmica e elétrica, nos frigoríficos de bovinos, e dos combustíveis utilizados para a sua geração.

Tabela 1: Consumo de energia e de combustíveis nos abatedouros de bovinos

Abatedouro	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Energia elétrica (kWh)	GLP (kg.dia ⁻¹)	Óleo diesel (L)
AB2	350	NI	NI	NI	NI
AB3	350	NI	NI	NI	NI
AB6	1.500	NI	NI	NI	NI
AB7	1.500	NI	NI	NI	NI
AB9	350	NI	NI	NI	NI
AB10	300	NI	NI	NI	NI
Média	725 ± 600				

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: Souza (2015).

Tabela 2: Consumo de energia e de combustíveis nos frigoríficos de bovinos

Frigorífico	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Energia elétrica (kwh)	GLP (kg.dia ⁻¹)	Óleo diesel (L)
FB1	1.500	NI	NI	NI	NI
FB2	300	NI	NI	NI	NI
FB3	500	0,7	NI	NI	NI
FB4	4.000	16	NI	NI	NI
FB5	250	NI	NI	NI	NI
FB6	1.500	NI	NI	NI	NI
FB7	300	NI	NI	NI	NI
FB8	2.000	50	NI	NI	NI
FB9	7.900	NI	NI	NI	NI
Média	2.028 ± 2.510	22 ± 25			

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: Souza (2015).

No caso dos frigoríficos de bovinos, também se destaca a indisponibilidade de dados de consumo de energia quando comparados aos abatedouros, com exceção de alguns empreendimentos que forneceram informações sobre o consumo de lenha.

Analisando os dados obtidos com a geração de vapor (energia térmica), observa-se uma demanda muito maior nos frigoríficos, mas proporcional à produção média desses empreendimentos quando comparados aos abatedouros.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de geração de vapor d'água nos abatedouros de bovinos.

Entre os abatedouros de bovinos, existe uma discrepância em meio aos valores de geração de vapor d'água informados nos processos de licenciamento ambiental, conforme apresentados na Tabela 3. O

abatedouro AB7 tem uma produção 10 vezes maior que o abatedouro AB6, porém, a capacidade de geração de vapor d'água é a mesma. Neste caso, pode estar havendo um superdimensionamento do sistema ou omissão de valores.

Na Tabela 4, é apresentado o consumo de vapor d'água nos frigoríficos de bovinos.

Analisando os dados da Tabela 4, percebe-se a mesma situação observada nos abatedouros. Os frigoríficos FB2 e FB9 possuem a mesma geração de vapor d'água, mas a produção do último é maior em 20 vezes, indicando também um superdimensionamento. No entanto, o consumo de energia térmica em relação à produção, em média, é menor nos frigoríficos quando comparados com os abatedouros, assinalando uma melhor eficiência no uso deste insumo.

Tabela 3: Geração de vapor d'água nos abatedouros de bovinos

Abatedouro	Abate (cab.dia ⁻¹)	Produção (kg.dia ⁻¹)	Peso animal (kg)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Geração de vapor por animal (kg.h ⁻¹ .cab ⁻¹)
AB2	40,9	8.181,8	200,04	350	8,56
AB3	68,2	13.636,4	199,95	350	5,13
AB6	50	11.250	225	1.500	30,00
AB7	500	92.500	185	1.500	3,00
AB9	100	20.200*	202*	350	3,50
AB10	30	6.060*	202*	300	10,00
Média	132±182	25.305±33.282	202±13	725±601	10±10

* Valores calculados com base no peso médio de abate.

Fonte: Souza (2015).

Quando se avalia a geração de vapor com relação à fonte de combustível, percebe-se também uma grande disparidade nos dados. Especificamente nos frigoríficos FB4 e FB8, o consumo de material lenhoso deste último é o triplo em relação ao outro, obtendo-se a metade da geração de vapor, o que indica uma baixa eficiência na conversão de energia e uma possibilidade de redução do consumo deste material e de custo no processo produtivo.

Durante a etapa de coleta de dados, verificou-se que todos os abatedouros e

frigoríficos de bovinos, apesar de não informarem a quantidade, afirmaram utilizar lenha para a geração de energia térmica. Uma forma de diminuir o impacto com a supressão de vegetação seria otimizar o uso dessa energia.

A UNEP (2000) avaliou o consumo energético do processo de abate de animais e estabeleceu níveis de consumo para cada tipo de tecnologia utilizada, conforme apresentado na Tabela 5. A melhor tecnologia foi caracterizada como empreendimentos que utilizam toda a capacidade instalada e

métodos de produção mais limpa para uma melhor eficiência do processo produtivo. A tecnologia intermediária foi relacionada a empreendimentos com pouco uso de métodos de P+L. Já a tecnologia tradicional é

caracterizada por baixo uso da capacidade instalada e não utiliza métodos de P+L, estando também associada a indústrias localizadas em países em desenvolvimento.

Tabela 4: Geração de vapor d'água nos frigoríficos de bovinos

Frigorífico	Abate (cab.dia ⁻¹)	Produção (kg.dia ⁻¹)	Peso animal (kg)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Geração de vapor por animal (kg.h ⁻¹ .cab ⁻¹)
FB2	30	6.870*	229*	350	11,67
FB3	100	22.900*	229*	350	3,50
FB6	99	22.275	225	1.500	15,15
FB7	250	57.250*	229*	1.500	6,00
FB9	700	160.300*	229*	350	0,50
Média	236±272	53.919±62.260	228±2	810±630	7±6

* Valores calculados com base no peso médio de abate.

Fonte: Souza (2015).

Tabela 5: Consumo energético (kWh) na indústria frigorífica, conforme tecnologia utilizada

Tipo de animal	Tecnologia Tradicional	Tecnologia Intermediária	Melhor Tecnologia
Suínos	125	50	30
Bovinos	300	125	70

Fonte: Adaptada da UNEP (2000).

Santos *et al.* (2013) avaliaram o potencial energético da madeira de espécies do estado do Rio Grande do Norte, entre elas a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.]Poiret), que é uma espécie presente no bioma da caatinga Baiana, e encontrou para esse tipo de madeira um potencial de 5.052 kWh.m⁻³. Com tal dado, foi possível estimar o consumo de energia térmica, apresentado na Tabela 6.

Verifica-se na Tabela 6, que o consumo médio de energia térmica nos frigoríficos é de 241,9 ± 194,28 kWh.cab⁻¹. Comparando esse resultado com os dados obtidos por UNEP (2000), percebe-se que o consumo médio é compatível com empreendimentos que utilizam tecnologia tradicional, ou seja, aqueles que não usam a sua capacidade instalada e nem os métodos de P+L no seu processo produtivo. No entanto, apesar do número reduzido, observa-se uma grande variação entre os resultados, que justifica o valor

elevado do desvio padrão, indicando empreendimentos com alta e baixa eficiência energética.

Na tabela 7, são apresentados os dados de consumo de energia no processo de abate de animais, considerando a energia total como o somatório das energias elétrica e térmica, conforme algumas referências bibliográficas.

3.2 A indústria de abate de frangos

Da mesma maneira que ocorre no abate de bovinos, os abatedouros e frigoríficos de frangos também utilizam energias térmica e elétrica nos seus processos produtivos. Na Tabela 8, é apresentado o consumo desses tipos de energia e dos combustíveis utilizados para a sua geração, primeiramente, nos abatedouros.

Durante a coleta de dados, verificou-se que todos os empreendimentos avaliados

utilizam lenha como combustível para a geração de energia térmica, com exceção do abatedouro AF1 que utiliza GLP (Gás Liquefeito de Petróleo). Apesar do quantitativo menor em relação aos empreendimentos da indústria de abate de bovinos, observa-se uma coerência nos dados declarados, existindo uma relação entre a produção e a utilização de vapor d'água.

Na Tabela 9, são apresentados os dados de consumo de energia nos frigoríficos de

frango, também referentes ao consumo das energias térmica e elétrica, além dos combustíveis utilizados para a sua geração.

Nos frigoríficos de frango, esta relação tende ao mesmo panorama encontrado na indústria de abate de bovinos. O frigorífico FF1 possui uma geração de vapor d'água quase três vezes maior em relação ao frigorífico FF2, no entanto, o seu consumo de lenha é dez vezes maior, indicando também um superdimensionamento deste sistema.

Tabela 6: Consumo estimado de energia térmica nos frigoríficos bovinos

Frigorífico	Abate (cab.dia ⁻¹)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Consumo de energia térmica (kWh.cab ⁻¹)
FB3	100	500	0,7	35,36
FB4	300	4.000	16	269,44
FB8	600	2.000	50	421,00
Média	333 ± 251,7	2167 ± 1.755,9	22,2 ± 25,23	241,9 ± 194,28

Fonte: Souza (2015).

Tabela 7: Consumo de energia no processo de abate de animais

País	Consumo de energia (kWh.cab ⁻¹)			Fonte	Referência
	Bovino	Suíno	Frango		
Brasil	---	---	0,15	Energia Elétrica	Bueno (2008)
	---	---	0,176 – 0,267	Energia Elétrica	Frozza (2013)
	---	---	0,216	Energia Elétrica	Zanin <i>et al.</i> (2002)
	35,35 - 421	---	0,64 – 2,65	Energia Térmica	Souza (2015)
Dinamarca	70 - 300	30 - 125	---	Energia Total	UNEP (2000)
	0,95 - 18,2	0,95 – 1,08	---	Energia Elétrica	
Bolívia	8,41 – 29,87	6,67 – 8,41	---	Energia Térmica	CPTS (2009a) CPTS (2009b)
	9,36 – 48,07	7,62 – 9,49	---	Energia Total	
Finlândia	47 – 55	18 – 28	0,66 – 0,67	Energia Elétrica	
	41 – 57	31 – 51	0,69	Energia Térmica	FEI (2002)
	88 – 112	49 – 79	1,35 – 1,36	Energia Total	

--- Não avaliado pelo autor.

Fonte: Adaptada de Souza (2015).

Tabela 8: Consumo de energia nos abatedouros de frango

Abatedouro	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Energia elétrica (kWh)	GLP (kg.dia ⁻¹)	Óleo diesel (L)
AF1	30	NI	NI	25	NI
AF2	300	1	NI	NI	NI
AF3	300	1	NI	NI	NI
Média	210 ± 155,9	1		25	

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: Souza (2015).

Tabela 9: Consumo de energia nos frigoríficos de frango

Frigorífico	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Energia elétrica (kWh)	GLP (kg.dia ⁻¹)	Óleo diesel (L)
FF1	8.000	102,4	NI	NI	NI
FF2	2.800	9,5	NI	NI	NI
Média	5.400 ± 3.677	56,0 ± 65,69			

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: Souza (2015).

Diferente do que aconteceu nos dados de consumo de energia no setor de abate de bovinos, todos os abatedouros e frigoríficos de frango informaram o consumo de combustível utilizado para geração de energia térmica.

Na Tabela 10, são apresentados os dados de consumo de vapor d'água nos abatedouros de frango.

Quando os dados de geração de vapor são relacionados com a produção, observa-se

um consumo superior ao encontrado nos abatedouros e frigoríficos bovinos. Esse resultado pode ser justificado pela etapa de escaldagem que utiliza o vapor d'água para aquecimento da água na retirada das penas, diferente do abate do boi em que a pele (couro) é extraída mecanicamente e sem auxílio de aquecimento.

Tabela 10: Consumo de vapor d'água nos abatedouros de frango

Abatedouro	Abate (cab.dia ⁻¹)	Produção (kg.dia ⁻¹)	Peso animal (kg)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Geração de vapor por animal (kg.h ⁻¹ .cab ⁻¹)
AF1	150	375	2,27*	30	0,20*
AF2	3.000	7.500*	2,27*	300	0,10*
AF3	3.000	7.500*	2,27*	300	0,10*
Média	2.050±1.645	5.125±4.114	2,27	210±156	0,13±0.06

* Valores calculados com base no peso médio de abate de 2,27 kg em 2012 (IBGE, 2014).

Fonte: Souza (2015).

Na Tabela 11, são apresentados os dados de consumo de vapor d'água nos frigoríficos de frango.

Nos frigoríficos, o cenário é diferente do encontrado nos abatedouros. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas ($F = 16,667$; $p = 0,34133$), mas a eficiência no sistema de geração de energia térmica foi melhor quando comparada com os abatedouros de frango e, também, com os

resultados obtidos no abate de bovino, mesmo contendo a etapa de escaldagem no seu processo produtivo. Esse resultado pode ser explicado devido ao porte de tais empreendimentos. A Agência Ambiental Finlandesa 'Finnish Environment Institute (FEI)' relata que estudos realizados na Dinamarca e Noruega indicam um menor consumo de energia quanto maior é o porte dessas indústrias (FEI, 2002).

Tabela 11: Consumo de vapor d'água nos frigoríficos de frango

Frigorífico	Abate (cab.dia ⁻¹)	Produção (kg.dia ⁻¹)	Peso animal (kg)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Geração de vapor por animal (kg.h ⁻¹ .cab ⁻¹)
FF1	195.000	563.200	2,9	8.000	0,041
FF2	75.000	187.500*	2,27*	2.800	0,037
Média	135.000±84.853	375.350±265.660	2,6±0,27	5.400±3.677	0,039±0,003

* Valores calculados com base no peso médio de abate de 2,27 kg em 2012 (IBGE, 2014).

Fonte: Souza (2015)

Além do consumo de energia térmica, a etapa de escaldagem também interfere no consumo de energia elétrica. Devido ao aquecimento da carcaça do animal, se gasta mais energia na etapa de refrigeração. No caso da indústria de abate de frango, tal incremento pode ser entre 120 a 260kWh por tonelada de produto (PONTOPPIDAN; HANSEN, 2000 *apud* RAMÍREZ; PATEL; BLOK, 2006).

Quando ocorre o beneficiamento da carcaça, etapa característica dos frigoríficos, há também um incremento no consumo de energia elétrica e térmica em consequência dos cortes. Segundo Ramírez, Patel e Blok (2006), esse aumento nos frigoríficos Finlandeses é de 60kWh e 216MJ, respectivamente, por tonelada de produto acabado.

Devido à indisponibilidade de dados de consumo de energia elétrica nesses empreendimentos, não foi possível determinar o consumo de energia total que está sendo utilizado para o abate de frango. No entanto, com o consumo de material lenhoso e dados obtidos por Santos *et al.* (2013), foi possível estimar a energia térmica utilizada nos

abatedouros e frigorífico de frango, a qual é apresentada nas Tabelas 12 e 13.

Verifica-se na Tabela 12 que o consumo médio de energia térmica nos abatedouros é de $1,8 \pm 0,26$ kWh.cab⁻¹. Comparando esse resultado com o consumo na Finlândia (FEI, 2002), percebe-se que, em média, o caso brasileiro está 160% maior. Os dados dos frigoríficos são apresentados na Tabela 13.

Comparando os dados de energia térmica dos abatedouros com os dos frigoríficos, verifica-se uma melhor eficiência nestes últimos, com um consumo médio de $1,6 \pm 1,42$ kWh.cab⁻¹, não apresentando diferenças significativas ($F = 29,927$; $p = 0,063657$) quando analisados individualmente. No entanto, pode-se observar uma grande variação em tais dados, justificando um desvio padrão mais elevado, sendo os empreendimentos FF1 e FF2, analisando conjuntamente com os abatedouros, os que obtiveram o maior e menor consumo de energia térmica, respectivamente.

3.3 A relação do licenciamento ambiental com o consumo energético

Quanto à análise do licenciamento ambiental com relação ao aspecto energia,

verifica-se que este aspecto ainda é muito superficial, e, algumas vezes, até inexistente, principalmente quando se trata de energia elétrica. Para esse tipo de energia, a análise está voltada, simplesmente, à disponibilidade de tal insumo pela concessionária, não importando a quantidade consumida. Portanto,

assim como ocorre em outras tipologias, não sendo um caso específico da indústria de abate de animais, não existe uma avaliação quanto ao uso eficiente desse insumo, utilizando-se de indicadores dos processos produtivos, para subsidiar a apreciação das licenças ambientais.

Tabela 12: Consumo estimado de energia térmica nos abatedouros de frango

Abatedouro	Abate (cab.dia ⁻¹)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	GLP (kg.dia ⁻¹)	Consumo de energia térmica (kWh.cab ⁻¹)
AF1	150	30	NI	25	2,13
AF2	3.000	300	1	NI	1,68
AF3	3.000	300	1	NI	1,68
Média	2.050 ± 1.645	210 ± 156	1	25,0	1,8 ± 0,26

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: Souza (2015).

Tabela 13: Consumo de energia térmica nos frigoríficos de frango

Frigorífico	Abate (cab.dia ⁻¹)	Geração de vapor (kg.h ⁻¹)	Consumo de lenha (m ³ .dia ⁻¹)	Consumo de energia térmica (kWh.cab ⁻¹)
FF1	195.000	8.000	102,4	2,65
FF2	75.000	2.800	9,5	0,64
Média	135.000 ± 84.852	5.400 ± 3.677	56 ± 65,7	1,6 ± 1,42

Fonte: Souza (2015).

Na análise do Órgão Ambiental referente à energia térmica, há um controle maior quanto ao tipo de combustível consumido. Quando os empreendimentos utilizam combustíveis de origem fóssil e material lenhoso, existe um grande controle para avaliar a qualidade do ar impactada por poluentes originados da combustão. Além disso, no caso específico da lenha, é exigido que esse material seja proveniente de áreas com autorização de supressão de vegetação emitida pelo Órgão Ambiental ou de reflorestamento, mas não há uma análise mais crítica com relação à quantidade utilizada.

Analisando a produção de carne bovina na Bahia em 2014 (IBGE, 2014), e dados de “benchmarks” da UNEP (2000), já que esse

estudo estabeleceu níveis de consumo conforme a tecnologia adotada, o gasto energético no abate desse animal seria compatível à área de 2.834 a 12.148 ha.ano⁻¹ a ser suprimida para prover a energia consumida em tais processos, considerando o pior (Tecnologia Tradicional) e o melhor (Melhor Tecnologia) cenário, respectivamente. Assim, verifica-se que uma boa eficiência energética na atividade de abate de bovinos poderia contribuir para preservação da vegetação nativa ou de reflorestamento, com uma área potencial em torno de 9.000 ha.ano⁻¹ (SOUZA, 2015).

Da mesma maneira, considerando o potencial de redução da energia térmica com base nos dados de consumo médio, os quais

foram declarados no licenciamento ambiental do estado da Bahia, e comparando ao consumo obtido por FEI (2002), utilizando o estudo de Santos *et al.* (2013) e a produção de frango em 2014 nesse Estado (IBGE, 2014), estima-se um potencial de área de cerca de 3.500 ha.ano⁻¹ a ser preservada, melhorando a eficiência energética na indústria de abate de frango.

Portanto, com os valores obtidos no consumo de energia térmica da indústria de abate de animais e na produção de carne no estado da Bahia, estima-se que cerca de 12.500 ha.ano⁻¹ poderiam ser preservados com a supressão de vegetação para fornecimento de lenha, caso fossem utilizadas melhores tecnologias, empregando-se técnicas de P+L.

Outras fontes de energia poderiam ser adotadas para aumentar a eficiência energética na indústria de abate de animais, seguindo os princípios da P+L e com estímulo por parte do licenciamento ambiental. Nessa circunstância, o uso da energia solar para pré-aquecimento da água utilizada na geração de vapor d'água poderia ser adotado, como, também, o metano gerado nos processos anaeróbicos dos sistemas de tratamento de efluentes poderia ser transformado em energia elétrica. No entanto, tal abordagem ainda não é uma iniciativa ou fomentada pelo Órgão Ambiental, ressaltando que esta deve ser analisada juntamente com a viabilidade financeira e o poder de investimento da indústria a ser licenciada.

No estudo realizado por Carreira Júnior (2015), foi constatado que, de toda área de coletores solares instalados no Brasil, apenas 2% são destinados a indústria e, em grande parte, são utilizados em vestiários, substituindo chuveiros elétricos para banho de funcionários e não no processo industrial. Quanto ao aspecto financeiro, esse mesmo autor relata a viabilidade do uso da energia solar térmica em indústrias que utilizam água aquecida em baixas temperaturas (em torno de 100°C), entre estas, a indústria de alimentos.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados de consumo de energia licenciados na indústria de abate de

animais, foi possível avaliar diversos aspectos dos procedimentos praticados no licenciamento ambiental e como esse instrumento tem sido aplicado na indução da ecoeficiência, particularmente sobre o consumo de tal insumo.

Entre outras conclusões que os resultados sugerem, pode-se inferir que a análise do consumo de energia não é considerada no mérito da apreciação do licenciamento ambiental e, portanto, a avaliação procedida adota a visão tradicional de se restringir à possibilidade ou suficiência das medidas de controle relacionadas às emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos, no sentido de atenderem aos padrões legais de lançamento ou disposição, desconsiderando a relevância preventiva de se buscar a ecoeficiência e de se exigir a melhor tecnologia disponível.

Outro aspecto relevante a destacar é a precariedade da prevenção na aplicação do licenciamento ambiental praticado. Os resultados de consumo observados estão bastante aquém dos valores de referência praticados pela melhor tecnologia disponível. A deficiência de solicitação ou de desconsiderar as informações de consumo reflete a perda de oportunidade de indução que o instrumento possibilita.

Portanto, os resultados apresentados evidenciam a necessidade premente de revisão dos procedimentos do licenciamento ambiental para se lograr sua potencialidade preventiva. Nesse sentido, recomenda-se:

- Realização de estudos similares a esta pesquisa, visando avaliar o consumo efetivo, com medições nas unidades, e estendidas a outras tipologias industriais;
- Reavaliar e ampliar as informações que devem fazer parte do Roteiro de Caracterização do Empreendimento, devendo constar dados estimados ou reais de energia e de outros, os quais caracterizem efetivamente os impactos ambientais do processo produtivo;
- Elaboração de manuais que auxiliem o corpo técnico do Órgão Ambiental nas análises e permissões das licenças, contendo indicadores ambientais que possam mensurar a ecoeficiência dos

empreendimentos, assim como em outras atividades industriais;

- Revisar os procedimentos praticados visando à incorporação da concepção de *melhor tecnologia disponível*.

5. REFERÊNCIAS

ADAB - AGÊNCIA ESTADUAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA DA BAHIA (Bahia). **Lista de estabelecimentos registrados no S.I.E. classificados por natureza do estabelecimento**. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/08/LISTADE-ESTABELECEMENTOS-REGISTRADOS-02.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2014.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (São Paulo). **Relatório Anual**. São Paulo: Abpa, 2014. 55 p. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2014.

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (São Paulo). **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. São Paulo: Abiec, 2014. 16 p. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/exportacao-jan-abr-2014.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2014.

BAHIA (Estado). **Decreto nº 14024, de 06 de junho de 2012**. Aprova o Regulamento da Lei Nº 10.431, de 20 de Dezembro de 2006, que instituiu a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei Nº 11.612, de 08 de Outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Salvador, BA: Diário Oficial do Estado da Bahia, 7 dez. 2012.

_____. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Secretaria de Meio Ambiente. **CERBERUS: Sistema de Gestão e Tecnologia**. 2000. Disponível em: <<http://sistemas.inema.ba.gov.br/cerberus/default.asp>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998**. Aprova o regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Brasília: Diário Oficial da União, 26 nov. 1998. Seção 1, p. 226.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relação de estabelecimentos**. 2014. Disponível em: <http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwervlet?sigsif_cons&estabelecimentos.rdf&p_id_area=1&p_cd_classe_estab=&p_sg_uf=BA&p_id_municipio=&p_seriale=344191267¶mform=no>. Acesso em: 27 dez. 2014.

BUENO, L. G. de F. **Diagnóstico do uso de energia elétrica de um frigorífico de frangos de corte enfatizando medidas de eficiência energética**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado) – Curso da Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CARREIRA JUNIOR, E. F. **Utilização de sistemas de aquecimento solar de água em processos industriais**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2015.

CTPS - CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES (Bolívia). **Guía Técnica de Producción Más Limpia para Mataderos de Bovinos**. La Paz (Bolívia), 208p., 2009. Disponível em: <<http://www.cpts.org/capacitacion.php>>. Acesso em: 27 dez. 2014.

_____. **Guía Técnica de Producción Más Limpia para Mataderos de Porcinos**. La Paz (Bolívia), 177p., 2009. Disponível em: <<http://www.cpts.org/capacitacion.php>>. Acesso em: 27 dez. 2014.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015**: Ano base 2014. Rio de Janeiro: EPE, 292 p., 2015.

FEI - FINISH ENVIRONMENTAL INSTITUTE (Finlândia). **Finnish Expert Report on Best Available Techniques in Slaughterhouses and Installations for the Disposal or Recycling of Animal Carcasses and Animal Waste**. Helsinki: FEI; 42p., 2002.

FROZZA, J. F. **Eficiência energética em indústria frigorífica: desafios de implantação**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Indicadores IBGE:** Estatística da produção pecuária. 2014. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201402_publ_completa.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

RAMÍREZ, C. A.; PATEL, M.; BLOK, K. How much energy to process one pound of meat? A comparison of energy use and specific energy consumption in the meat industry of four European countries. **Energy**, Illinois, v. 31, n. 1, p. 2047-2063, jan. 2006. Anual.

SANTOS, R.C. dos; CARNEIRO, A.C.O.; PIMENTA, A.S.; CASTRO, R.V.O.; MARINHO, I.V.; TRUGILHO, P.F.; ALVES, I.C.N.; CASTRO, A.F.N.M. Potencial energético da madeira de espécies oriundas de Plano de Manejo Florestal no estado do Rio Grande do Norte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 491-502, abr. 2013. Trimestral.

SOUZA, A. C. de. **Consumo de água e de energia:** uma análise sob a ótica do licenciamento ambiental na indústria de abate de animais do estado da Bahia. 2015. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME & DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Danish Ministry of Environment and Energy. **Cleaner Production Assessment in Meat Processing**. Dinamarca, 83p., 2000.

ZANIN, A.; SOUZA, S. N. M.; KOLLING, E. M.; SORDI, A. Perfil do consumo de energia elétrica no abate de frangos de corte – estudo de caso. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER, 4., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: AGRENER, 2002. v. 1. p. 1-3.