

APÊNDICE D – Memorial de cálculos de síntese em energia da produção de frangos de corte produzidos em sistema orgânico
(*UprO*)

2.1. *Sol*

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 8.459 \text{ m}^2 \\
 \text{Insolação} &= 1,60\text{E}+01 \text{ MJ/m}^2.\text{d} \\
 \text{Albedo} &= 0,20 \text{ (\% dado com decimal)} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{insolação})(\text{area})(\text{albedo}) \\
 &= (\text{___ MJ/m}^2.\text{d})(365) \\
 &\quad (\text{___ m}^2)(\text{___ albedo}) \\
 &= 9,88\text{E}+06 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

REFERENCE:

Dados próprios
INPE/MCTIC, 2017

Parâmetro
Definition^a

2.2. *Chuva, energia geopotencial*

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 8,46\text{E}+03 \text{ m}^2 \\
 \text{Pluviometria} &= 1,86 \text{ m} \\
 \text{Taxa de escoamento} &= 4,00\text{E}+01 \text{ \%} \\
 \text{Densidade} &= 1,00\text{E}+00 \text{ kg/kg} \\
 \text{Energia livre Gibbs} &= 4,96\text{E}+03 \text{ J/kg} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{pluviometria})(\text{\% escoamento}) \\
 &\quad (\text{densidade})(\text{energia livre Gibbs}) \\
 &= (\text{___ m}^2)(\text{___ m})(\text{___ \%}) \\
 &\quad (1.000\text{kg/m}^3)(4,96\text{E}3 \text{ J/kg}) \\
 &= 3,12\text{E}+07 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,30\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
EMBRAPA, 2019
Lou and Ulgiati, 2013^b

Parâmetro
Giannetti et al. 2019^c

2.3. *Chuva, energia potencial química*

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 8,46\text{E}+03 \text{ ha} \\
 \text{Pluviometria} &= 1,86\text{E}+00 \text{ m/yr} \\
 \text{Taxa evaporação} &= 6,00\text{E}+01 \text{ \%}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
EMBRAPA, 2019
Condepacc, 2013

$$\begin{aligned}
 \text{Densidade} &= 1,00\text{E}+00 \text{ kg/kg} \\
 \text{Energia livre Gibbs} &= 4,96\text{E}+03 \text{ J/kg} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{pluviometria})(\text{evaporacao}) \\
 &\quad (\text{densidade})(\text{energia livre Gibbs}) \\
 &= (\text{___m}^2)(\text{___m/yr})(\text{___\%}) \\
 &\quad (1\text{E}3\text{kg/m}^3)(4,96\text{E}3\text{J/kg}) \\
 &= 4,67\text{E}+07 \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 9,71\text{E}+03 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.5. Vento, energia cinética

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 8,46\text{E}+03 \text{ m}^2 \\
 \text{Densidade do ar} &= 1,23\text{E}+00 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Velocidade média anual vento} &= 1,74\text{E}+00 \text{ mps} \\
 \text{Vento Geostrófico} &= 2,90\text{E}+00 \text{ mps} \\
 \text{Coeficiente arraste.} &= 1,00\text{E}-03 \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{densidade ar})(\text{arraste})(\text{velocidade}^3) \\
 &= (\text{___m}^2)(1,2\text{E}-03 \text{ kg/m}^3)(1,00 \text{ E}-3) \\
 &\quad (\text{___mps})(3,14 \text{ E}7 \text{ s/yr}) \\
 \text{Energia (J)} &= 7,94\text{E}+09 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 9,73\text{E}+02 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios

BRASIL, 2012
Parâmetro

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.6. Vento para dissolução de GEE's produzidos pelos frangos¹

Produção calor

$$\begin{aligned}
 \text{Produção calor -Frango } (Q_t^*) &= (8,09\text{m}^{0.75})(4)(10^{-5})(20-t)^3+1) \\
 &\quad (\text{n aves})(\text{n lotes/ano})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (Q_t^*) \text{ (1semana)} &= 1,38\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (2 semana)} &= 2,83\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (3 semana)} &= 4,59\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (4 semana)} &= 6,62\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (5 semana)} &= 8,69\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (6 semana)} &= 1,04\text{E}+05 \text{ Watts/yr}
 \end{aligned}$$

‡
Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984
Strom, 1978; CIGR, 1984
Strom, 1978; CIGR, 1984
Strom, 1978; CIGR, 1984
Strom, 1978; CIGR, 1984

$$\begin{aligned}
\text{Produção calor total } (TQ_t^*) &= 1,24\text{E}+06 \quad \text{KJ/yr} \\
\text{Calor sensível } (Q_s) &= (Q^*t)(0,8-1,85*10^{-7}(t+10)^4) \\
(Q_s) \text{ (1 semana)} &= 4,10\text{E}+03 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (2 semana)} &= 1,05\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (3 semana)} &= 2,08\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (4 semana)} &= 3,00\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (5 semana)} &= 4,25\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (6 semana)} &= 5,42\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
\text{Calor sensível total } (TQ_s) &= 1,62\text{E}+05 \quad \text{Watts/yr} \\
\text{Watts para KJ} &= 3,60 \quad \text{KJ} \\
&= 5,84\text{E}+05 \quad \text{KJ/yr}
\end{aligned}$$

‡

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]

Conversão

Parâmetro

Emissões GEE

Emissão CO₂

$$\begin{aligned}
\text{Produção total CO}_2 \text{ (TCO}_2\text{B)} &= (TQ_s)(4.5\text{L CO}_2) / (100\text{KJ}) \\
&= (\text{___KJ/yr})(4.5\text{L CO}_2) / (100\text{KJ}) \\
&= 5,59\text{E}+04 \quad \text{kg CO}_2/\text{yr} \\
&= 5,59\text{E}+07 \quad \text{g CO}_2/\text{yr}
\end{aligned}$$

Parâmetro

Parâmetro

Vento para dissolução de GEE's produzidos pela cama

Dissolução N₂O

Emissão direta N₂O =

IPCC, 2006^[1]

$$\begin{aligned}
N_{ex}(t) &= (N_{rate}(t))(TAM / 1000)(\text{dias na fase}) \\
&= (1.1)(\text{___kg} / 1000)(\text{___d}) \\
&= 4,76\text{E}-01 \quad \text{kg N} / \text{animal.ano}
\end{aligned}$$

Parâmetro

$$\begin{aligned}
\text{N}_2\text{OD}(\text{mm}) &= (N_{(t)})(N_{ex(t)})(MS_{(t,s)})^* \text{EF}_3 * (44/28) \\
&= (\text{___aves}) * (\text{___kgN/aves.ano}) * (\text{___\%}) * \\
&\quad (0.001) * (44/28)
\end{aligned}$$

	= 2,14E+03 kg / N ₂ O.ano	Parâmetro
Emissões indiretas N ₂ O =		
N(volatilização - MMS) =	$(N_{(t)})(Nex_{(t)})(MS_{(t,s)})$ (FracGasMS / 100)	
	= ((___aves/lote)(___lotes/ano)) (___kg N/aves.ano)(40)((___%) / 100)	
	= 5,32E+05 kg / N.yr	Parâmetro
N ₂ Og(mm) =	(N(volatilizacao) – MMS * EF4) * 44/28	
	= 8,36E+03 kg/N ₂ O.ano	
Massa de ar para dissolução (M) =	d * W / c	
	= (___kg/m ³) * (___g) / (___g)	
	= 1.29E+07 g/ano	Parâmetro IPCC, 2006 ^[1]
Dissolução CH ₄		
CH ₄ =	$(EF_{(t)})(N_{(t)}) / 10^6$	
	= (0,02kg CH ₄ /ave.ano) * (___aves/ano) / 10 ⁶	
	1,40E+06 g/ano	Parâmetro
Massa de ar para dissolução (M) =	d * W / c	
	(___kg/m ³) * (___g) / (___g)	
	1,40E+06 g/ano	Parâmetro
<i>Vento para dissolução de GEE's produzidos pelos energéticos</i>		
Lenha		IPCC, 2006 ^[1]
Emissão CO ₂		
Energia (J) =	(volume material) (densidade) (fracao organica) (G)	
Energy (J) =	(___m ³)(1E6cm ³ /m ³)(___g/cm ³) (___organico)((___kcal/g)(4186J/kcal))	
	= 9,98E+06 J/m ² .yr	Parâmetro
	= 9,98E-06 TJ/m ² .yr	Parâmetro
Emissão CO ₂ =	(Consumo em TJ)(EF/kg.TJ)	
	= (___kg/m ² .yr)(112000kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]

	=	1,12E+03 g CO ₂ /m ² .yr	Parâmetro
	<i>Emissão N₂O</i>		
	Energia (J) = (volume material) (densidade) (fracao organica) (G)		
	Energia (J) = (___m ³) (1E6cm ³ /m ³) (___g/cm ³)		
	(___organico) ((___kcal/g) * (4186J/kcal))		
	=	9,98E+06 J/m ² .yr	Parâmetro
	=	9,98E-06 TJ/m ² .yr	Parâmetro
	Emissão N ₂ O = (Consumo em TJ)(EF/kg.TJ)		
	=	(___kg/m ² .yr)(4kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]
	=	3,99E-02 g N ₂ O/m ² .yr	Parâmetro
	<i>Emissão CH₄</i>		
	Energy (J) = (volume material) (densidade) (fracao organica) (G)		
	Energy (J) = (___m ³) (1E6cm ³ /m ³) (___g/cm ³)		
	(___organico) ((___kcal/g) * (4186J/kcal))		
	=	9,98E+06 J/m ² .yr	Parâmetro
	=	9,98E-06 TJ/m ² .yr	Parâmetro
	Emissão CH ₄ = (Consumo em TJ) * (EF/kg.TJ)		
	=	(___kg/m ² .yr) * (300kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]
	=	2,99E+00 g CH ₄ /m ² .yr	Parâmetro
Combustíveis			IPCC, 2006 ^[1]
	<i>Emissão CO₂</i>		
	Consumo =	34 L/m ² .ano	Dados próprios
	Conversão =	3,14E+07 L para J	Conversão
	Energia (J) = (consumo/ano)(3.14E+07)		
	=	(___L/m ² .yr)(3.14E07)	
	=	1,07E+09 J/m ² .ano	Parâmetro
	=	1,07E-03 TJ/m ² .ano	Parâmetro
	Emissão CO ₂ = (consumo em TJ) * (EF/kg.TJ)		
	=	(___kg/m ² .yr)(74100kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]
	=	7,92E+04 g CO ₂ /m ² .ano	Parâmetro
	<i>Emissão N₂O</i>		

Consumo =	34 L/m ² .ano	Dados próprios
Conversão =	3,14E+07 L para J	Conversão
Energia (J) =	(consumo/ano)(3.14E+07)	
	= (___L/m ² .ano)(3.14E+07)	
	= 1,07E+09 J/m ² .yr	Parâmetro
	= 1,07E-03 TJ/m ² .yr	Parâmetro
Emissão N ₂ O =	(consumo em TJ)(EF/kg.TJ)	
	(___kg/m ² .yr)(0.6kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]
	= 6,41E-01 g N ₂ O/m ² .ano	Parâmetro
<i>Emissão CH₄</i>		
Consumo =	3,40E+01 L/m ² .ano	Dados próprios
Conversão =	3,14E+07 L to J	Conversão
Energia (J) =	(consumo/ano)(3.14E+07)	
	= (___L/m ² .ano)(3.14E+07)	
	= 1,07E+09 J/m ² .ano	Parâmetro
	= 1,07E-03 TJ/m ² .ano	Parâmetro
Emissão CH ₄ =	(consumo em TJ)(EF/kg.TJ)	
	(___kg/m ² .yr)(10kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]
	= 1,07E+01 g CH ₄ /m ² .ano	Parâmetro
Emissão total GEE		
Emissão N ₂ O =	1,29E+07 g N ₂ O/m ² .ano	Parâmetro
GWP N ₂ O =	3,10E+02	Foster et al. (2007)
N ₂ O em CO ₂ eq =	(emissão N ₂ O)(GWP N ₂ O)	
	= (___g N ₂ O/m ² .yr)(310)	
	= 4,01E+09 g CO ₂ eq	Parâmetro
Emissão CH ₄ =	1,40E+06 g CH ₄ /m ² .ano	Parâmetro
GWP CH ₄	2,10E+01	Foster et al. (2007)
CH ₄ em CO ₂ eq=	(emissão CH ₄)(GWP CH ₄)	
	= (___g CH ₄ /m ² .ano) (21)	
	= 2,93E+07 g CO ₂ eq	Parâmetro

Emissão CO ₂ =	6,91E+07 g CO ₂ /m ² .ano	Parâmetro
GWP CO ₂ =	1,00E+00	Foster et al. (2007)
CO ₂ em CO ₂ eq =	(CO ₂ emission)(GWP CO ₂)	
	= (___g CO ₂ /m ² .ano)(1)	
	= 6,91E+07 g CO ₂ eq	Parâmetro
Emissão total GEE =	4,11E+09 g CO ₂ eq	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	1,28E+03 sej/J	Giannetti et al. 2019
Energia do ar para dissolução =	[0.5 * (M) * (v ²) * Tr]	Luo et al. 2015 ^[4]
	= [0.5 * (___kg/ano) * (___m/s) ² * (___sej/J)]	
Energia =	4,20E+10 sej/ano	

2.6. Ventilação forçada para refrigeração

Abreu and Abreu (2000)^[5]

Ventilação (por dia de alojamento) =			
7	2,00 m ³		
14	2,00 m ³		
21	3,00 m ³		
28	4,00 m ³		
35	5,50 m ³		
42	7,00 m ³		
Area =	8,46E+03 m ²	Dados próprios	
Densidade do ar =	4,36E+00 kg/m ³		
Velocidade média anual do vento =	2,40E+00 mps	Abreu and Abreu (2000) ^[5]	
Coefficiente arraste. =	1,00E-03		
Energia (J) =	(area)(densidade)(arraste)(velocidade ³)	Parâmetro	
	(___m ²)(1,2E-03 kg/m ³)		
	= (1,00 E-3)(___mps)(3,14E+07 s/ano)		
Energia (J) =	2,20E+10 J/ano	Parâmetro	
TRANSFORMIDADE =	1,28E+03 sej/J	Giannetti et al. 2019c	

2.7. Água subterrânea

Consumo =	(consumo/m ³) (lotes/ano)	Penz Junior (2003)
-----------	---------------------------------------	--------------------

	= (___m ³) (___un)	
	= 9,59E+01 L	Parâmetro
Densidade agua =	1 kg/L	
Energia agua =	4,96E+03 J/kg (energia livre Gibbs)	
Energy (J) =	(consumo)(densidade)(energia)(lotes/ano)	
	= (___L/m ² .ano)(___kg//L)(___J/kg)(___lotes/ano)	
	= 4,76E+05 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	7,67E+04 seJ/J	Brown, 2000d

2.8. Recarga agua subterranea

Precipitação =	1,857 m/ano	EMBRAPA, 2019
Area =	8,46E+03 m ²	Dados próprios
Densidade agua =	1 kg/m ³	
Coeficiente infiltração =	25 %	BRASIL, 2012 ^[6]
kg para g =	1000	
Energia livre Gibbs =	4.960 J/kg	
Energia (J) =	1,95E+10 J	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	7,67E+04 seJ/J	Odum, 2000, Folio #1 ^e

2.9. Ocupação do solo

Area construída =	1.409 m ²	Dados próprios
m ² para m ³ =	4,23E+02 m ³	Conversão
Materia orgânica (O.M) =	3,00E-03 kg/kg de solo	IAC (s/d) ⁷
Densidade solo =	1,20E+00 g/cm ³	Oliveira, 2017
cm ³ para m ³ =	1,00E+06	Conversão
Energia O.M =	5,40E+03 kcal/kg	Oliveira, 2017
Vida útil =	2,00E+01 yr	Miele et al. 2010 ^b
Energia (J) =	(volume)(Energia O.M.)	
	(1.2g/cm ³)(1E6cm ³ /m ³)	
	(4186J/kcal)(5400kcal/kg)/(vida util)	

$$\begin{aligned}
 &= (\text{__m}^3)(\text{__ kg/kg of soil}) \\
 &\quad (1.2\text{g/cm}^3)(1\text{E}6\text{cm}^3/\text{m}^3) \\
 &\quad (4186\text{J/kcal})(5400\text{kcal/kg})/(\text{__ano}) \\
 &= 1,72\text{E}+12 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,30\text{E}+05 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.9. Perda superficial piquete

$$\begin{aligned}
 \text{Area piquete} &= 7.050 \text{ m}^2 \\
 \text{Perda solo pastagem} &= 14940 \text{ kg/ha.ano} \\
 \text{Materia orgânica} &= 3,00\text{E}-03 \text{ kg/kg de solo} \\
 \text{Energia O.M.} &= 5,40\text{E}+03 \text{ kcal/kg} \\
 \text{Energia (J)} &= ((\text{piquete})(\text{perda solo})/ \\
 &\quad (1\text{E}+4))(\text{O.M})(\text{energia O.M.}) \\
 &\quad (4186\text{J})/(\text{area piquete}) \\
 &= ((\text{__m}^2)(\text{__kg/ha.ano})/(1\text{E}+4)) \\
 &\quad (\text{__kg/kg solo})(5400\text{kcal/kg}) \\
 &\quad (4186\text{J/kcal})/(\text{area}) \\
 &\quad 7.14\text{E}+08 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1.30\text{E}+05 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Gomes et al. 2019

2.10. Lenha

$$\begin{aligned}
 \text{Energia (J)} &= (\text{volume})(\text{densidade}) \\
 &\quad (\text{fracao organica}) (\text{G}) \\
 &= (\text{__m}^3) (1.47\text{g/cm}^3) (0.03) \\
 &\quad (5,4\text{kcal/kg}) (4.186\text{J/kcal}) \\
 &= 8,44\text{E}+04 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMITY} &= 2,64\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.12. Cama

$$\text{Consumo} = (\text{volume usado})(\text{lote/ano}) /$$

$$\begin{aligned}
 & \text{(vezes de reuso cama)} \\
 & = (\text{___g/lote})(\text{___lotes/ano})(\text{___n/ano}) \\
 & = 2,48\text{E}+07 \text{ g/ano} \\
 \text{Energia cama} & = 4 \text{ kcal/g} \\
 \text{Energia (J)} & = 4,14\text{E}+11 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 3,80\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Parâmetro
Comar,2006^f

2.13.Combustíveis

$$\begin{aligned}
 \text{Consumo} & = 1,87\text{E}+02 \text{ L/ano} \\
 \text{Energia (J)} & = (\text{___L/yr})(\text{energia}) \\
 & = (\text{___L/yr})(1,14\text{E}4 \text{ kcal/L})(4.186 \text{ J/kcal}) \\
 & = 8,93\text{E}+09 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 8,44\text{E}+04 \text{ sej/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
Parâmetro
Odum, 1996^a

2.14.Energia elétrica

$$\begin{aligned}
 \text{Kilowatt Hrs/yr} & = 1,21\text{E}+04 \text{ Kwh/ano} \\
 \text{Energy (J)} & = (\text{consumo})(\text{conteúdo energia}) \\
 & = (\text{___Kwh/ano})*(3.6\text{E}6 \text{ J/Kwh}) \\
 & = 4,35\text{E}+10 \text{ J.ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 2,55\text{E}+05 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
Parâmetro
Odum, 1996^a

2.15.Pintos de um dia

$$\begin{aligned}
 \text{Area} & = 8.459 \text{ m}^2 \\
 \text{Energia (J)} & = (\text{peso inicial})(\text{n de pintos}) \\
 & \quad (\text{n lotes})(1\text{E}3\text{g}) / (\text{area}) \\
 & \quad (\text{___kg})(\text{___un})(\text{___lotes/ano}) \\
 & \quad (1\text{E}3\text{g}) / (\text{___m}^2) \\
 & = 2,93\text{E}+06 \text{ g} \\
 & = 5,5 \text{ kcal/g} \\
 \text{Kcal para J} & = 6,75\text{E}+10 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 4,64\text{E}+05 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
Parâmetro
Parâmetro
Kerr et al., 2013⁸
Conversão
Castellini et al. 2006g

2.16.Ração

Milho (orgânico)

Energia = 3.901 kcal/kg Rostagno et al. 2017
 Consumo = 3,39E+08 kg Dados próprios
 kcal para joules = 4.186 J Conversão
 N de lotes = 5,5 lotes/ano Dados próprios

Energia (J) = (energia)(consumo)
 (4.186 kcal para J)(n de lotes)
 = (___kcal/kg)(___kg)
 (4.186J)(___un/ano)
 = J/ano Parâmetro

Farelo soja (orgânico)

Energia = 4.118 kcal/kg Rostagno et al. 2017
 Consumo = 1,92E+08 kg Dados próprios
 kcal para joules = 4.186 J Conversão
 N de lotes = 5,5 lotes/ano Dados próprios

Energia (J) = (energia)(consumo)
 (4.186 kcal para J)(N de lotes)
 = (___kcal/kg)(___kg)
 (4.186J)(___un/ano)
 = J/ano Parâmetro

	Consumption	TRANSFORMIDADE		
Corn (organic) =	2.87E+12 J/yr	3.45E+05	seJ/J	Giannetti et al. 2019c
Soybean meal (organic) =	1.62E+12 J/yr	1.89E+05	seJ/J	Ortega et al. 2004 ^h

2.17. Piquete

Consumo biomassa vegetal (Vbi) = 8,8 g/ave.dia Rivera-Ferre et al. 2007
 Fase final = 43 d Dados próprios
 Fase inicial = 30 d Dados próprios
 Aves alojadas = 12.700 aves Dados próprios
 Mortalidade = 3 % Dados próprios

Lotes = 5,5 n/yr
 Matéria seca (pastagem) = 85 %
 Energia = 4.900 kcal/kg
 kcal para J = 4.186 J

Dados próprios

Consumo pasto = ((fase final) - (fase inicial))(Vbi)
 ((Aves aloj)1-(mortalidade))
 (lotes)
 = ((__d) - (__d))(8,8g)
 ((__aves/lote)1-(__%))
 (__un/ano) / (__m^2)
 = 9,45E-01 kg/ano

Parâmetro

Energia (J) = (Consumo pasto)
 (Materia seca)(energia)(kcal
 para J)
 = (__kg/ano)(__%)(__kcal/kg)
 (4186J)
 = 1.39E+11 J/ano
 TRANSFORMIDADE = 1,92E+04 seJ/J

Parâmetro
 Rótolo et al. 2007i

2.18. Equipamentos mecânicos

Peso total máquinas = 5,54E+00 t
 Vida útil = 2,40E+01 ano
 Massa (g) = (massa)/(area)/(vida util)
 = (__MT/maquina)(1E6g/MT)/(__m^2)/(__ano)
 = 2.31E+05 g/ano
 TRANSFORMIDADE = 1,82E+09 seJ/g

Estimativa^[9]
 Dados próprios

Parâmetro
 Bargigli & Ulgiati (2003)j

Depreciação máquinas = (material) / (vida útil)
 = (__kg/m^2)(1E3g)/(__ano)

	1.75E+13 seJ/ano	Parâmetro
<i>2.19. Transporte</i>		
<i>Equipamentos mecânicos</i>		
Número de caminhões =	3,00E+00	Estimative ¹⁹
Vida útil caminhão =	3,40E+01 km/caminhão	Cavallet and Ortega, 2010
Peso médio caminhão =	1,40E+01 MT/maquina	Cavallet and Ortega, 2010
Massa (g) =	(caminhoes)(peso)/(vida util)	
=	(__ machines)(__MT/maquina)*(1E6g/MT)/(__ano)	
=	1.24E+06 g/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	5,09E+09 seJ/g	Brown, 2001k
<i>Combustível</i>		
Número de viagens =	1,60E+01 viagens/lote	Giroto and Souza, 2005
Distância por viagem =	6,00E+01 km/viagem	Estimative ¹⁸
Lotes =	5,50E+00 n/ano	Dados próprios
Distância total por viagem =	(viagens)(distancia)(lotes)	Giroto and Souza, 2005 ²⁰
=	9,60E+02 km totais	
Lotes =	5,50E+00 n/ano	Cavallet, 2009 ^[10]
Diesel por km =	1,00E-01 kg/km	Cavallet, 2009 ^[10]
Consumo =	(distancia total)(diesel)(lotes)	
=	(__km/ano)(__n/ano)(__kg/km)	
=	5.28E+02 L/ano	Cavallet, 2009 ^[10]
Energia (J) =	(__L/ano)(conteúdo energia)	
=	(__L/ano)(1,14E4 kcal/L)(4.186 J/kcal)	
=	2.52E+10 seJ/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	8,44E+04 seJ/J	Odum, 1996a
<i>Trabalho humano</i>		
Mão-de-obra transporte	3,00E+00	Estimativa ²⁰
Mão-de-obra por viagem =	1,00E+00 h/viagem	Estimativa ²⁰

Número de viagens =	1,60E+01 viagens/ano	Giroto and Souza, 2005
Lotes =	5,50 n/ano	Dados próprios
Trabalho aplicado tota =	2,64E+02 h/ano	Parâmetro
Dias trabalhados (8 h/dia) =	1,10E+01 dias/ano	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trabalhados/ano)(total metab. energia/dia) (conteudo energia) = (___d/ano)(2500 kcal/d) (4.186 J/kcal) = 1.15E+08 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ^l

2.20. Mão-de-obra

[11]

Assistência técnica

Dias de alojamento =	43 dias	
Semanas de alojamento =	6 semanas	
Dias trabalhados =	3 dias/semana	
Horas trabalhadas =	3 hr/dias	
Lotes =	5.5 n/ano	
Dias trabalhados =	((dias alojamento / 7)(3)(3hr/dia))(lotes/ano) = ((___dias) / 7)(3)(3hr/dia)(___n/ano) 1.27E+01 dias/ano	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trabalhados/ano)(total metab. energia/per.dia)(conteudo energia) = (___ d/ano)(2.500 kcal/per/d)(4.186 J/kcal)	
Energia (J) =	1.33E+08 J/yr	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ^l

Proprietário	4,00E+00	Dados próprios
Dias de alojamento =	43 dias	
Manejo intensivo =	2.00E+01 dias	
Manejo intensivo =	1.60E+01 hr/dias	
Manejo normal =	23 dias	
Manejo normal =	8.00E+00 hr/dia	

Intervalo entre lotes =	23.36 dias	
Intervalo entre lotes =	4.00E+00 hr/dia	
Lotes =	5.50 n/ano	
Dias trabalhados =	(((20dias)*(16hr/dia)) + ((Dias alojamento - 20 dias) * (8hr/dia) + ((interval dia) / 2 * (4hr/dia))) * Lotes/ano * (n prop.)	[12]
	= (((20dias)*(16hr/dia)) + ((__dia) - (20dias) * (8hr/dia) + (__dias) / 2 * (4hr/dias))) * (__Lotes/ano) * (__prop)	
	= 5,05E+02 dias/m^2.ano	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trab/ano)(total metab. egergia/per/dia)(energia content)	
Energia (J) =	(__d/ano)(2500 kcal/pers/d)(4186 J/kcal)	
Energia (J) =	6,25E+05 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ¹

Serviço de apanha	12 homens/lote	Ludtke et al., 2010 ²²
Tempo de apanha =	8,7 seg/ave	Kittelsen et al. 2018 ²¹
N de aves vendidas =	12.319 un/lote	Dados próprios
Horas trabalhadas =	(Apanha)(Aves vendidas) (3.600sec to hr) / (mão-de-obra)	
	= (__seg/ave)(__un/lote) (3.600sec) / (__homen/lote)	
Horas trabalhadas =	2,48 hr/lote	Parâmetro
Dias trabalhados =	(Dias de alojamento)(Horas trabalhadas) / (Horas trabalhadas)(Lote/ano)	
	= (__dias/lote)(__hr/lote) / (__hr/lote)(__lotes/ano)	
	= 6.82E+00 dias/ano	Parâmetro
Energia (J) =	(Dias trabalhados/ano)(total metab.energia/per/dia) (energia content)	
	= (____ d/yr)(2.500 kcal/pers/d) (4.186 J/kcal)	
Energia (J) =	(Dias trabalhados/ano)(total metab.energia/per/dia)	

$$\begin{aligned}
 & \text{(energia content)} \\
 & = (\text{___ d/yr})(2.500 \text{ kcal/pers/d}) \\
 & \quad (4.186 \text{ J/kcal}) \\
 & = 7.14\text{E}+07 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 3,12\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Demetrio, 2011^l

2.21. Galpão

$$\begin{aligned}
 \text{Area} & = 1.409 \text{ m}^2 \\
 \text{Vida útil} & = 40 \text{ ano} \\
 & = (\text{material})(1\text{E}3\text{g})/(\text{Vida útil}) \\
 & = (\text{___ kg/m}^2)(1\text{E}3\text{g})/(\text{___ ano})
 \end{aligned}$$

[13]
Dados próprios
Miele et al. (2010)

TRANSFORMIDADE

Madeira =	2,25E+06 g/m ²	6,69E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Ferro =	1,66E+05 g/m ²	2,39E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Areia =	9,02E+05 g/m ²	8,51E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cimento =	2,77E+05 g/m ²	1,57E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Brita =	8,31E+05 g/m ²	1,28E+09 seJ/g	Pulselli et al. 2008 ⁿ
Tijolo =	1,94E+05 g/m ²	1,76E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Telha =	3,63E+06 g/m ²	2,33E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cerca =	4,17E+07 g/m ²	2,01E+09 seJ/g	Castellini et al. 2006 ²⁴

$$\begin{aligned}
 \text{Depreciação} & = (\text{material}) / (\text{Vida útil}) \\
 & = (\text{___ kg/m}^2)(1\text{E}3\text{g})/(\text{___ ano}) \\
 & = \text{sej/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro

TRANSFORMIDADE

Madeira =	1,13E+05 g/m ²	6,69E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Ferro =	8,31E+03 g/m ²	2,39E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Areia =	4,51E+04 g/m ²	8,51E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cimento =	1,38E+04 g/m ²	1,57E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Brita =	4,16E+04 g/m ²	1,28E+09 seJ/g	Pulselli et al. 2008 ⁿ
Tijolo =	9,69E+03 g/m ²	1,76E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m

Telha =	1,82E+05 g/m ²	2,33E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cerca =	2,09E+06 g/m ²	2,01E+09 seJ/g	Castellini et al. 2006 ²⁴
Emergia =	4.83E+15 g/m ²		Parâmetro

2.22. Serviços (\$ per m²)

Area =	8,46E+03	Dados próprios
Serviços =	(item)(n lotes) / (US\$) / (area)	
Serviços =	(__R\$/lote)(__lote/ano) / (__US\$) / (__m ²)	
[1] Mão-de-obra =	2.37E+04 US\$	Parâmetro
[2] Assistência técnica =	3.60E+02 US\$	Parâmetro
[3] Transporte =	5.15E+03 US\$	Parâmetro
[4] Energia elétrica =	1.10E+03 US\$	Parâmetro
[5] Combustíveis =	1.65E+02 US\$	Parâmetro
[6] Aquecimento =	1.19E+03 US\$	Parâmetro
[7] Cama =	6.33E+02 US\$	Parâmetro
[8] Nutrição =	1.97E+05 US\$	Parâmetro
[9] Pintos um dia =	2.44E+04 US\$	Parâmetro
[10] Sanidade =	2.33E+03 US\$	Parâmetro
[11] Manutenção =	1.57E+03 US\$	Parâmetro
[12] Taxas, Seguros e certificações =	5.71E+02 US\$	Parâmetro
[13] Depreciação =	3.42E+03 US\$	Parâmetro
[14] Custo fatores de produção =	1.17E+04 US\$	Parâmetro
[15] Eventuais =	6.77E+03 US\$	Parâmetro
Serviços (US\$/ano)=	$\sum_{(i=15)}^{1} (\text{Serviços})$ $\sum_{(i=15)}^{1} (__\text{US$}/\text{m}^2)$ = 2.81E+05 US\$/ano	

Rendimento

[14]

((aves vendidas) (peso final) (lotes/ano))

(__n/lotes)(__kg/aves) (__n/ano)

Peso seco total = 1.66E+02 t/m²
1.66E+05 kg/m²

Parâmetro
Parâmetro

Produto em Joules

Produção total = 1.66E+02 MT/ano Conteúdo energia

[15]
Brandt-Williams,2001folio#4^o

Média % proteína =	16,4 %	24 KJ/g
Média % gordura =	17,3 %	39 KJ/g
Média % carboidrato =	0 %	17 KJ/g

NEPA, 2014^[22]
NEPA, 2014^[22]
NEPA, 2014^[22]

Energia (J) = (produto)(energia content in alimento)
= (__MT/ano)(__% component * __KJ/g)(1.000 J/KJ)(1E+06 g/MT)
= 1.77E+12 J/ano

Parâmetro

^aOdum, 1996; ^bLou and Ulgiati, 2013; ^cGiannetti et al., 2019; ^dBrown, 2000; ^eOdum, 2000 folio#1; ^fComar, 2006; ^gCastellini et al., 2006; ^hOrtega and Miller, 2000; ⁱRotolo (2007); ^jBargigli and Ulgiati (2003); ^kBrown, 2001 folio#3; ^lDemetrio, 2011; ^mBrown & Buranakarn, 2003; ⁿPulselli et al. 2008; ^oBrandt-Williams, 2001 folio#4

[‡] Em que: Q_t^* é a produção de calor total a 28°C (W); a é uma constante numérica a qual foi dada o valor de 8,09 (watts/kg^{-0,75}) de acordo com Chwalibog (1990); m é o peso corporal das aves (kg) sendo considerado o peso corporal semanal estimado para linhagens de crescimento rápido (PLANALTO, 2006); $(4)(10^{-5})(20-t)^3+1$ é o fator de correção para temperaturas > 20°C; 20 é uma constante numérica (°C); t é a temperatura (°C); e 1 é uma constante adimensional (PEDERSEN; THOMSEN, 2000)

Em que Q_s é o calor sensível (W); $(0.8)-(1.85)(10^{-7})(t+10)^4$ é um fator comum para a proporção de calor sensível em diferentes temperaturas para bovinos, suínos e aves; 10 é uma constante numérica ($^{\circ}\text{C}$); $(1.85)(10^{-7})$ é uma constante em $^{\circ}\text{C}^{-4}$; e 0,8 é uma constante adimensional; de acordo com a equação de Strøm para produção de calor sensível (CIGR, 1984).

De acordo com CIGR (1984), $100\text{KJ} = 4,5$ litros de CO_2

¹As emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram estimadas seguindo os modelos do TIER 1 (IPCC, 2006; Chapter 10; Table 10.19; Table 10A-8) considerando como fase inicial (1-21d) 46.67% do período total de produção e peso corporal como 0,83 kg, 31.11% (22-35d) do período total de produção como fase de crescimento e peso de 1.92 kg, e 20,00% (36-45d) do período de produção como terminação e peso de 2.45 kg;

$\text{Nex}(\text{T})$ = excreção anual de nitrogênio (N) para a categoria animal T ($\text{kg N animal}^{-1} \text{ yr}^{-1}$); $\text{Nrate}(\text{T})$ = taxa de excreção de N ($\text{kg N (1000 kg de massa animal)}^{-1} \text{ day}^{-1}$ (disponível na Tabela 10.19), 1.1; $\text{TAM}(\text{T})$ = massa animal típica para a categoria animal T (kg animal);

$\text{N2OD}(\text{mm})$ = emissões diretas de N_2O a partir do manejo de dejetos ($\text{kg N}_2\text{O yr}^{-1}$); $\text{N}(\text{T})$ = número de cabeças de animais por categoria T; $\text{Nex}(\text{T})$ = média anual de excreção de N por cabeça de espécie/categoria T ($\text{kg N animal}^{-1} \text{ yr}^{-1}$); $\text{MS}(\text{T},\text{S})$ = fração da excreção total do N para cada espécie/categoria T que é manejada; no manejo de dejetos do sistema S (adimensional); $\text{EF3}(\text{S})$ = fator de emissão direta para N_2O a partir do manejo de dejetos no sistema S (kg); $\text{N}_2\text{O-N/kg N}$ no sistema de manejo de dejetos S; S = sistema de manejo de dejetos; T = categoria/espécie animal; Emissão indireta de N_2O : $\text{N2OG}(\text{mm})$ = emissão indireta de N_2O devido a volatilização de N a partir do manejo de dejetos ($\text{kg N}_2\text{O yr}^{-1}$); EF4 = fator de emissão para emissão de N_2O a partir da deposição atmosférica de nitrogênio no solo e águas superficiais ($\text{kg N}_2\text{O-N (kg NH}_3\text{-N + NO}_x\text{-N volatilised)}^{-1}$); o valor base é $0.01 \text{ kg N}_2\text{O-N (kg NH}_3\text{-N + NO}_x\text{-N volatilised)}^{-1}$, de acordo com o Capítulo 11, Tabela 11.3

$\text{Nvolatilization-MMS}$ = quantidade de N nos dejetos que é perdido devido à volatilização de NH_3 e NO_x , (kg N yr^{-1}); $\text{N}(\text{T})$ = número de cabeças de animais por categoria T; $\text{Nex}(\text{T})$ = média anual de excreção de N por cabeça de espécie/categoria T ($\text{kg N animal}^{-1} \text{ yr}^{-1}$); $\text{MS}(\text{T},\text{S})$ = fração da excreção total do N para cada espécie/categoria T que é manejada; no manejo de dejetos do sistema S (adimensional); FracGasMS = percentual de N manejado via dejetos para a categoria animal T que volatiliza como NH_3 e NO_x no sistema de manejo de dejetos S (%); $44/28$ = conversão da emissão de $(\text{N}_2\text{O-N})(\text{mm})$ para emissão de $\text{N}_2\text{O}(\text{mm})$;

N2OG(mm) = emissão indireta de N2O devido a volatilização do N a partir do manejo de dejetos (kg N2O yr⁻¹); EF4 = EF4 = fator de emissão para emissão de N2O a partir da deposição atmosférica de nitrogênio no solo e águas superficiais (kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N volatilised)-1); o valor base é 0.01 kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N volatilised)-1, de acordo com o Capítulo 11, Tabela 11.3;

Calcula o volume de massa ou ar requerido (M) para diluir as emissões em (i) concentração aceitável ou (ii) background concentration. Para nosso modelo, consideramos a dissolução total da massa.

Formula $M = d * W / c$

em que: *M* é a mass of dissolution air; *d* é a densidade do ar; *W* é a quantidade de emissão de um dado elemento químico (nitrogen / t°C / CO₂); *c* é a concentração aceitável ou menor desse dado elemento químico.

CH4 = emissões de CH4 a partir do manejo de dejetos para uma população definida (Gg CH4 yr⁻¹); EF(T) = fator de emissão para a população animal definida (kg CH4 head⁻¹ yr⁻¹); N(T) = número de animais da espécie/categoria T; T = categoria/espécie animal;

Fator de emissões para GEE de lenha e combustíveis: Capítulo 2, TIER 1, equação 2.1, Tabela 2.5.

INPE/MCTIC. 2017. Atlas brasileiro de energia solar. 2ed. Pg 42. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>. Acessado em 03 de ago. 2020.

EMBRAPA. 2019. Dados agrometeorológicos. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/meteor/>. Acessado em: 03 ago. 2020.

Condepacc, 2013. Permeabilidade Alternativa. Disponível em: https://portalcultura.campinas.sp.gov.br/estrutura/gscspc/cedoc/permeabilidade_alternativa. Acessado em 03 de agosto de 2020.

BRASIL, 2012. Atlas eólico do estado de São Paulo - São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Energia, 2012. Disponível em: http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas_eolico.pdf; acessado em 13 de julho de 2021.

OLIVEIRA, M. W. Avaliação da sustentabilidade da produção de leite no Sul de Minas Gerais: subsídios para um planejamento estratégico regional. 2017. Tese de doutorado. Universidade Paulista, 2017.

²Strom, 1978; CIGR, 1984. The estimate heat and CO₂ production were according to Strom, 1978; CIGR, 1984. The curves of weight and heating t°C per wk were according to broiler strain manual guideline (Planalto, 2006).

³Considerer Total sensible heat (Qs) as mass dissolution air (M); where Qs is the sensible heat in W ($0.8-1.85 \times 10^{-7} \cdot (t + 10)^{-4}$) is a common factor for the proportion of sensible heat at different temperatures for cattle, pigs and poultry, 10 is a numerical constant in C, 1.85×10^{-7} is a constant in C⁻⁴, and 0.8 is a dimensionless constant.

⁴It was considered the wind energy used to total negative externalities dissolution (GHG and animal heat production)

⁵Air requirement from the ventilation (m³/h.weight). Average value to winter (max), summer (max) and summer with UR% up to 50%. Abreu and Abreu (2000), Table 2. pg. 09 and Wind velocity, pg. 36. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf>; acessado em 13 de julho de 2021.

⁶Groundwater recharge refers to a hydrologic process, through which surface water enters to groundwater (Freeze and Cherry, 1979; <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101073>) Data according to the mesoregion of Campinas/SP, in which: Water infiltration rate: 25%. Disponível em: https://portalcultura.campinas.sp.gov.br/estrutura/gs/cspc/cedoc/permeabilidade_alternativa; acessado em 13 de julho de 2021.

⁷ IAC (s/d). Interpretação de resultados de análise de solo. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>; acessado em 13 de julho de 2021.

Considerada 30g/dm³ para solos argilosos;

⁸ Kerr et al. 2013. Apparent total tract macronutrient and energy digestibility of 1- to- 3-day-old whole chicks, adult ground chicken, and extruded and canned chicken-based diets in African wildcats (*Felis silvestris lybica*; <https://doi.org/10.1002/zoo.21084>)

⁹ Peso estimado dos equipamentos a partir dos informantes: Peso médio de trator Valmet 68 (4x2) (Disponível em: <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2020/01/trator-valmet-68.html>; acessado em 15 de julho de 2021); Enxada rotativa (Disponível em: [http://www.lavrale.com.br/produtos/17/Enxada-Rotativa-Super-\(RS\)](http://www.lavrale.com.br/produtos/17/Enxada-Rotativa-Super-(RS)); acessado em 15 de julho de 2021); Peso de silo para depósito de ração (Capacidade: 12 t) (Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/275071/silo-de-racao-12-toneladas>; acessado em 15 de julho de 2021); Peso das linhas de comedouros automáticos (Tuboflex; Informação pessoal) e nebulizadores: informação pessoal; bebedouros pendulares (Disponível em: https://www.granjtec.com.br/bebedouro_pendular_para_granja; acessado em 15 de julho de 2021);

¹⁰ According to Cavalett (2009) to heavy road transport of farm from industry. It was considered the weight and fuel consumption

¹¹ According to Demetrio (2011) the EMR at São Paulo state was $0.17E+13$ whereas the population was $41.4E+06$. Thus, the estimated UEV was $0.17E+10$ / $41.4E+06$. Disponível em http://www.advancesincleanerproduction.net/papers/dissertations/demetrio_fjc.pdf; acessado em 13 de julho de 2021.

¹² De acordo com os relatos dos produtores de frangos de corte, os 20 primeiros dias de alojamento exigem maior cuidado com os pintinhos, sendo necessárias 16 horas de trabalho; o restante do período de produção perfaz 8hr/dia; 1/2 dos dias de intervalo entre lotes é usado para manejo de cama ou limpeza das instalações e equipamentos, com menor jornada de trabalho; a outra metade do período é utilizada para descanso das instalações.

¹³As plantas de galpões de alvenaria sugeridas por Albino et al. (2009) foram utilizadas para a estimativa da emergência da construção (sej/m² de área construída). Albino, J.J., Bassi, L.J., Saatkamp, M.G., Lorenzet, A.L., 2009. Construção de aviário para produção de frangos de corte em sistemas alternativos em pequena escala. Embrapa Suínos e Aves, p.22.

¹⁴ It was considered Cobb500 broiler strain yield (1 to 42d) to eligible parts as 79.81, 1.96, 0.64, 2.34, 4.35 % to carcass, liver, heart, gizzard and feet, respectively. (B.R.F Nogueira et al., 2019 <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0866>). The dry weight (%) was considered 33.5% of total eligible parts weight NEPA, 2014. Pg 50 (Disponível em https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 13 de julho de 2021).

¹⁵ The nutritional composition of broiler, whole, with skin is according to Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos (NEPA, 2014) NEPA, 2014. Tabela 1, pg. 50 (Disponível em https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 13 de julho de 2021)

¹⁶ It was considered the average water intake as 0,225; 0,480; 725; 1000; 1250; and 1500 L/bird among 1st to 6th wk, respectively, according to Penz Junior (2003). Thus, the average water intake it was considered 0,863L bird⁻¹

¹⁷ Considerado consumo de 8.8g/ave.dia (61.6g/ave.semana) de matéria verde nas fases de recria e terminação. (Rivera-Ferre et al. (2007)). Aves em idades iniciais (1 a 28 dias) cria não tem acesso ao paddock e não consomem material verde.

¹⁸ De acordo com o raio médio de atuação da Agroindústria;

¹⁹ Considerado um caminhão para cada transporte (transporte de pintos-de-um-dia, ração e abate);

²⁰ Considerado o número de viagens sugeridos por Giroto and Souza (2005) e o raio de atuação da Agroindústria; considerada 1hr de viagem à velocidade média de 60km/h.

²¹ De acordo com Ludtke et al. (2010), as equipes de apanha de aves de corte são constituídas, em média, por 12 pessoas. LUDTKE, C. B.; RENJIFO, L. M.; AMAYA-ESPINEL, J. D.; KATTAN, G. H. Abate humanitário de aves. Rio de Janeiro, RJ: WSPA, 2010, (p.22); O tempo gasto na apanha foi considerado de 8,7 seg/ave de acordo com resultados propostos por Kittelsen et al. (2018) para aves com 44 dias de idade e 2300g de peso vivo médio (KITTELSEN, K. E.; GRANQUIST, E. G.; AUNSMO, A. L.; MOE, R. O.; TOLO, E. An Evaluation of Two Different Broiler Catching Methods. Animals 2018, Vol. 8, Page 141, v. 8, n. 8, p. 141, 15 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/8/8/141/htm>>. Acesso em: 14 jul. 2021; Table 2).

²² The nutritional composition of broiler, whole, with skin is according to Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos (NEPA, 2014) NEPA, 2014. Tabela 1, pg. 50 (Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 14 de julho de 2021)

²³ Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. p. 212; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

²⁴ Para cerca, foi considerada 2.000 unidades de mourão de eucalipto de Ø 8x10 cm e 2,20m com peso estimado de 18kg/unidade (para quantidade de mourões: <https://grupotaura.com/calculadora/cerca-tradicional>; para peso dos mourões: <https://bit.ly/3gfRM4G>); e tela galvanizada para aves com peso estimado de 34kg para 50m de tela (0,680kg/m) (<https://bit.ly/2W8c0Gg>) e considerando a emergência pela área total (8.409m²).

²⁵ GWP: Potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential*)

APÊNDICE E – Memorial de cálculos de síntese em energia da produção de frangos de corte em sistema de produção convencional
(UPc)

2.1. Sol

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 2.250 \text{ m}^2 \\
 \text{Insolação} &= 1,60\text{E}+01 \text{ MJ/m}^2.\text{d} \\
 \text{Albedo} &= 0,20 \text{ (\% dado com decimal)} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{insolação})(\text{area})(\text{albedo}) \\
 &= (\text{___ MJ/m}^2.\text{d})(365) \\
 &\quad (\text{___ m}^2)(\text{___ albedo}) \\
 &= 2,63\text{E}+06 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

REFERENCE:

Dados próprios
INPE/MCTIC, 2017

Parâmetro
Definition^a

2.2. Chuva, energia geopotencial

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 2,25\text{E}+03 \text{ m}^2 \\
 \text{Rainfall} &= 1,86 \text{ m} \\
 \text{Runoff rate} &= 4,00\text{E}+01 \text{ \%} \\
 \text{Densidade} &= 1,00\text{E}+00 \text{ kg/kg} \\
 \text{Energia livre Gibbs} &= 4,96\text{E}+03 \text{ J/kg} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{rainfall})(\text{\% runoff}) \\
 &\quad (\text{densidade})(\text{energia livre Gibbs}) \\
 &= (\text{___ m}^2)(\text{___ m})(\text{___ \%}) \\
 &\quad (1.000\text{kg/m}^3)(4,96\text{E}3 \text{ J/kg}) \\
 &= 8,29\text{E}+06 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,30\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
EMBRAPA, 2019
Lou and Ulgiati, 2013^b

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.3. Chuva, energia potencial química

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 2,25\text{E}+03 \text{ ha} \\
 \text{Rainfall} &= 1,86\text{E}+00 \text{ m/yr} \\
 \text{Taxa evaporação} &= 6,00\text{E}+01 \text{ \%}
 \end{aligned}$$

Dados próprios
EMBRAPA, 2019
Condepacc, 2013

$$\begin{aligned}
 \text{Densidade} &= 1,00\text{E}+00 \text{ kg/kg} \\
 \text{Energia livre Gibbs} &= 4,96\text{E}+03 \text{ J/kg} \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{rainfall})(\text{evaporacao}) \\
 &\quad (\text{densidade})(\text{energia livre Gibbs}) \\
 &= (\text{___m}^2)(\text{___m/yr})(\text{___\%}) \\
 &\quad (1\text{E}3\text{kg/m}^3)(4,96\text{E}3\text{J/kg}) \\
 &= 1,24\text{E}+07 \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 9,71\text{E}+03 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.5. Vento, energia cinética

$$\begin{aligned}
 \text{Area} &= 2,25\text{E}+03 \text{ m}^2 \\
 \text{Densidade do ar} &= 1,23\text{E}+00 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Velocidade média anual vento} &= 1,74\text{E}+00 \text{ mps} \\
 \text{Vento Geostrófico} &= 2,90\text{E}+00 \text{ mps} \\
 \text{Coeficiente arraste.} &= 1,00\text{E}-03 \\
 \text{Energia (J)} &= (\text{area})(\text{densidade ar})(\text{arraste})(\text{velocidade}^3) \\
 &= (\text{___m}^2)(1,2\text{E}-03 \text{ kg/m}^3)(1,00 \text{ E}-3) \\
 &\quad (\text{___mps})(3,14 \text{ E}7 \text{ s/yr}) \\
 \text{Energia (J)} &= 2,11\text{E}+09 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 9,73\text{E}+02 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Dados próprios

BRASIL, 2012
Parâmetro

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.6. Vento para dissolução de GEE's produzidos pelos frangos¹

Produção calor

$$\begin{aligned}
 \text{Produção calor -Frango } (Q_t^*) &= (8,09\text{m}^{0.75})(4)(10^{-5})(20-t)^3+1) \\
 &\quad (\text{n aves})(\text{n lotes/ano})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (Q_t^*) \text{ (1semana)} &= 2,41\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (2 semana)} &= 4,97\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (3 semana)} &= 8,04\text{E}+04 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (4 semana)} &= 1,16\text{E}+05 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (5 semana)} &= 1,52\text{E}+05 \text{ Watts/yr} \\
 (Q_t^*) \text{ (6 semana)} &= 1,82\text{E}+05 \text{ Watts/yr}
 \end{aligned}$$

‡

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

Strom, 1978; CIGR, 1984

$$\begin{aligned}
\text{Produção calor total } (TQ_t^*) &= 2,18\text{E}+06 \quad \text{KJ/yr} \\
\text{Calor sensível } (Q_s) &= (Q^*t)(0,8-1,85*10^{-7}*(t+10)^4) \\
(Q_s) \text{ (1 semana)} &= 7,18\text{E}+03 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (2 semana)} &= 1,85\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (3 semana)} &= 3,64\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (4 semana)} &= 5,26\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (5 semana)} &= 7,45\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
(Q_s) \text{ (6 semana)} &= 9,50\text{E}+04 \quad \text{Watts/yr} \\
\text{Calor sensível total } (TQ_s) &= 2,84\text{E}+05 \quad \text{Watts/yr} \\
\text{Watts para KJ} &= 3,60 \quad \text{KJ} \\
&= 1,02\text{E}+06 \quad \text{KJ/yr}
\end{aligned}$$

‡
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Strom, 1978; CIGR, 1984^[2,3]
Conversão
Parâmetro

Emissões GEE

Emissão CO2

$$\begin{aligned}
\text{Produção total CO2 (TCO2B)} &= (TQ_s)(4.5\text{L CO}_2) / (100\text{KJ}) \\
&= (\text{___KJ/yr})(4.5\text{L CO}_2) / (100\text{KJ}) \\
&= 5,59\text{E}+04 \quad \text{kg CO}_2/\text{yr}
\end{aligned}$$

IPCC, 2006^[1]

Parâmetro

Vento para dissolução de GEE's produzidos pela cama

Dissolução N2O

Emissão direta N2O =

$$\begin{aligned}
N_{ex}(t) &= (N_{rate}(t))(TAM / 1000)(\text{dias na fase}) \\
&= (1.1)(\text{___kg} / 1000)(\text{___d}) \\
&= 4,76\text{E}-01 \quad \text{kg N} / \text{animal.ano}
\end{aligned}$$

IPCC, 2006^[1]

Parâmetro

$$\begin{aligned}
N2OD(\text{mm}) &= (N_{(t)})(N_{ex(t)})(MS_{(t,s)})^* EF3 * (44/28) \\
&= (\text{___aves}) * (\text{___kgN/aves.ano}) * (\text{___\%}) * \\
&\quad (0.001) * (44/28) \\
&= 4,45\text{E}+03 \quad \text{kg} / \text{N}_2\text{O.ano}
\end{aligned}$$

Parâmetro

Emissões indiretas N2O =

$$\begin{aligned}
 N(\text{volatilização - MMS}) &= (N_{(t)})(Nex_{(t)})(MS_{(t,s)}) \\
 &\quad (\text{FracGasMS} / 100) \\
 &= ((\text{__aves/lote})(\text{__lotes/ano})) \\
 &\quad (\text{__kg N/aves.ano})(40)((\text{__\%}) / 100) \\
 &= 1,10\text{E}+06 \text{ kg} / \text{N.yr} \\
 N_2\text{Og(mm)} &= (N(\text{volatilizacao}) - \text{MMS} * \text{EF4}) * 44/28 \\
 &= 1,74\text{E}+04 \text{ kg/N}_2\text{O.ano}
 \end{aligned}$$

Parâmetro

$$\begin{aligned}
 \text{Massa de ar para dissolução (M)} &= d * W / c \\
 &= (\text{__kg/m}^3) * (\text{__g}) / (\text{__g}) \\
 &= 2,90\text{E}+06 \text{ kg/ano}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
IPCC, 2006^[1]

Dissolução CH4

$$\begin{aligned}
 CH_4 &= (EF_{(t)})(N_{(t)}) / 10^6 \\
 &= (0,02\text{kg CH}_4/\text{ave.ano}) * \\
 &\quad (\text{__aves/ano}) / 10^6 \\
 &= 2,90\text{E}+06 \text{ g/ano}
 \end{aligned}$$

Parâmetro

$$\begin{aligned}
 \text{Massa de ar para dissolução (M)} &= d * W / c \\
 &= (\text{__kg/m}^3) * (\text{__g}) / (\text{__g}) \\
 &= 1,40\text{E}+06 \text{ g/ano}
 \end{aligned}$$

Parâmetro

Vento para dissolução de GEE's produzidos pelos energéticos

Lenha

IPCC, 2006^[1]

Emissão CO2

$$\begin{aligned}
 \text{Energia (J)} &= (\text{volume material}) (\text{densidade}) (\text{fracao organica}) (\text{G}) \\
 \text{Energy (J)} &= (\text{__m}^3)(1\text{E}6\text{cm}^3/\text{m}^3)(\text{__g/cm}^3) \\
 &\quad (\text{__organico})(\text{__kcal/g})(4186\text{J/kcal}) \\
 &= 1,73\text{E}+11 \text{ J/m}^2.\text{yr} \\
 &= 1,73\text{E}-01 \text{ TJ/m}^2.\text{yr}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Parâmetro

$$\begin{aligned}
 \text{Emissão CO}_2 &= (\text{Consumo em TJ})(\text{EF/kg.TJ}) \\
 &= (\text{__kg/m}^2.\text{yr})(112000\text{kg/TJ}) \\
 &= 1,94\text{E}+04 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2.\text{yr}
 \end{aligned}$$

IPCC, 2006^[1]
Parâmetro

Combustíveis	<i>Emissão N2O</i>		
	Energia (J) = (volume material) (densidade) (fracao organica) (G)		
	Energia (J) = (___m^3) (1E6cm^3/m^3) (___g/cm^3)		
	(___organico) ((___kcal/g) * (4186J/kcal))		
	= 1,73E+11 J/m^2.yr	Parâmetro	
	= 1,73E-01 TJ/m^2.yr	Parâmetro	
	Emissão N2O = (Consumo em TJ)(EF/kg.TJ)		
	= (___kg/m^2.yr)(4kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]	
	= 6,94E-01 kg N2O/m^2.yr	Parâmetro	
	<i>Emissão CH4</i>		
	Energy (J) = (volume material) (densidade) (fracao organica) (G)		
	Energy (J) = (___m^3) (1E6cm^3/m^3) (___g/cm^3)		
	(___organico) ((___kcal/g) * (4186J/kcal))		
	= 1,73E+11 J/m^2.yr	Parâmetro	
	= 1,73E-01 TJ/m^2.yr	Parâmetro	
	Emissão CH4 = (Consumo em TJ) * (EF/kg.TJ)		
	= (___kg/m^2.yr) * (300kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]	
	= 5,20E+01 g CH4/m^2.yr	Parâmetro	
		IPCC, 2006 ^[1]	
	<i>Emissão CO2</i>		
	Consumo = 627 L/m^2.ano	Dados próprios	
	Conversão = 3,14E+07 L para J	Conversão	
	Energia (J) = (consumo/ano)(3.14E+07)		
	= (___L/m^2.yr)(3.14E07)		
	= 1,97E+10 J/m^2.ano	Parâmetro	
	= 1,97E-02 TJ/m^2.ano	Parâmetro	
	Emissão CO2 = (consumo em TJ) * (EF/kg.TJ)		
	(___kg/m^2.yr)(74100kg/TJ)	IPCC, 2006 ^[1]	
	kg		
	= 1,46E+03 CO2/m^2.ano	Parâmetro	
	<i>Emissão N2O</i>		
	Consumo = 34 L/m^2.ano	Dados próprios	

<p> Conversão = 3,14E+07 L para J Energia (J) = (consumo/ano)(3.14E+07) = (___L/m^2.ano)(3.14E+07) = 1,07E+09 J/m^2.yr = 1,07E-03 TJ/m^2.yr Emissão N2O = (consumo em TJ)(EF/kg.TJ) (___kg/m^2.yr)(0.6kg/TJ) kg = 6,41E-01 N2O/m^2.ano <i>Emissão CH4</i> Consumo = 627 L/m^2.ano Conversão = 3,14E+07 L to J Energia (J) = (consumo/ano)(3.14E+07) = (___L/m^2.ano)(3.14E+07) = 1,97E+10 J/m^2.ano = 1,97E-02 TJ/m^2.ano Emissão CH4 = (consumo em TJ)(EF/kg.TJ) (___kg/m^2.yr)(10kg/TJ) kg = 1,97E-01 CH4/m^2.ano </p>	<p> Conversão Parâmetro Parâmetro IPCC, 2006^[1] Parâmetro Dados próprios Conversão Parâmetro Parâmetro IPCC, 2006^[1] Parâmetro </p>
<p> Emissão total GEE Emissão N2O = 2,68E+04 kg N2O/m^2.ano GWP N2O = 3,10E+02 N2O em CO2eq = (emissão N2O)(GWP N2O) = (___g N2O/m^2.yr)(310) = 8,32E+09 g CO2eq Emissão CH4 = 2,90E+06 kg CH4/m^2.ano GWP CH4 2,10E+01 CH4 em CO2 eq= (emissão CH4)(GWP CH4) </p>	<p> Parâmetro Foster et al. (2007) Parâmetro Parâmetro Foster et al. (2007) </p>

	= (___g CH4/m ² .ano) (21)	
	= 6,09E+10 g CO2 eq	Parâmetro
	1,19E+05 kg	
Emissão CO2 =	CO2/m ² .ano	Parâmetro
GWP CO2 =	1	Foster et al. (2007)
CO2 em CO2 eq =	(CO2 emission)(GWP CO2)	
	= (___g CO2/m ² .yr)(1)	
	= 1,19E+08 g CO2 eq	Parâmetro
Emissão total GEE =	6,93E+10 g CO2 eq	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	1,28E+03 seJ/J	Giannetti et al. 2019
Energia do ar para dissolução =	[(M) * (v ²) * Tr]	Luo et al. 2015 ^[4]
	= [(___g/yr) * (___m/s) ² * (___seJ/J)]	
Energia =	2,22E+14 seJ/ano	

2.6. Ventilação forçada para refrigeração

Abreu and Abreu (2000)^[5]

Ventilação (por dia de alojamento) =		
7	2,00 m ³	
14	2,00 m ³	
21	3,00 m ³	
28	4,00 m ³	
35	5,50 m ³	
42	7,00 m ³	
Area =	2,25E+03 m ²	Dados próprios
Densidade do ar =	4,36E+00 kg/m ³	
Velocidade média anual do vento =	2,50E+00 mps	Abreu and Abreu (2000) ^[5]
Coeficiente arraste. =	1,00E-03	
Energia (J) =	(area)(densidade)(arraste)(velocidade ³)	Parâmetro
	(___m ²)(1,2E-03 kg/m ³)	
	= (1,00 E-3)(___mps)(3,14E+07 s/ano)	
Energia (J) =	5,84E+09 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	1,28E+03 seJ/J	Giannetti et al. 2019c

2.7. Água subterrânea

$$\begin{aligned}\text{Consumo} &= (\text{consumo}/\text{m}^3) (\text{lotes}/\text{ano}) \\ &= (\text{---m}^3) (\text{---un}) \\ &= 2,32\text{E}+03 \text{ L} \\ \text{Densidade água} &= 1 \text{ kg/L} \\ \text{Energia água} &= 4,96\text{E}+03 \text{ J/kg (energia livre Gibbs)} \\ \text{Energy (J)} &= (\text{consumo})(\text{densidade})(\text{energia})(\text{lotas}/\text{ano}) \\ &= (\text{---L}/\text{m}^2.\text{ano})(\text{---kg}/\text{L})(\text{---J}/\text{kg})(\text{---lotas}/\text{ano}) \\ &= 1,15\text{E}+07 \text{ J/ano} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 9,74\text{E}+04 \text{ seJ/J}\end{aligned}$$

Penz Junior (2003)

Parâmetro

Parâmetro
Brown, 2000d

2.8. Recarga água subterrânea

$$\begin{aligned}\text{Precipitação} &= 1,857 \text{ m/ano} \\ \text{Área} &= 2,25\text{E}+03 \text{ m}^2 \\ \text{Densidade água} &= 1 \text{ kg}/\text{m}^3 \\ \text{Coeficiente infiltração} &= 25 \% \\ \text{kg para g} &= 1000 \\ \text{Energia livre Gibbs} &= 4.960 \text{ J/kg} \\ \text{Energia (J)} &= 5,18\text{E}+09 \text{ J} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 5,83\text{E}+04 \text{ seJ/J}\end{aligned}$$

EMBRAPA, 2019

Dados próprios

BRASIL, 2012^[6]

Parâmetro
Odum, 2000, Folio #1^e

2.9. Ocupação do solo

$$\begin{aligned}\text{Área construída} &= 2.250 \text{ m}^2 \\ \text{m}^2 \text{ para m}^3 &= 6,75\text{E}+02 \text{ m}^3 \\ \text{Materia orgânica (O.M)} &= 3,00\text{E}-03 \text{ kg/kg de solo} \\ \text{Densidade solo} &= 1,20\text{E}+00 \text{ g}/\text{cm}^3 \\ \text{cm}^3 \text{ para m}^3 &= 1,00\text{E}+06 \\ \text{Energia O.M} &= 5,40\text{E}+03 \text{ kcal/kg} \\ \text{Vida útil} &= 4,00\text{E}+01 \text{ ano} \\ \text{Energia (J)} &= (\text{volume})(\text{Energia O.M.}) \\ &= (1.2\text{g}/\text{cm}^3)(1\text{E}6\text{cm}^3/\text{m}^3)\end{aligned}$$

Dados próprios

Conversão

IAC (s/d)⁷

Oliveira, 2017

Conversão

Oliveira, 2017

Miele et al. 2010^b

$$\begin{aligned}
 & (4186\text{J/kcal})(5400\text{kcal/kg})/(\text{vida util}) \\
 & = (_\text{m}^3)(_\text{kg/kg of soil}) \\
 & (1.2\text{g/cm}^3)(1\text{E}6\text{cm}^3/\text{m}^3) \\
 & (4186\text{J/kcal})(5400\text{kcal/kg})/(_\text{ano}) \\
 & = 1.37\text{E}+12 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 1,30\text{E}+05 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.9. Perda superficial piquete

$$\begin{aligned}
 \text{Area piquete} & = 0 \text{ m}^2 \\
 \text{Perda solo pastagem} & = 0 \text{ kg/ha.ano} \\
 \text{Materia orgânica} & = 0 \text{ kg/kg de solo} \\
 \text{Energia O.M.} & = 0 \text{ kcal/kg} \\
 \text{Energia (J)} & = ((\text{piquete})(\text{perda solo})/ \\
 & (1\text{E}+4))(\text{O.M})(\text{energia O.M.}) \\
 & (4186\text{J})/(\text{area piquete}) \\
 & = ((_\text{m}^2)(_\text{kg/ha.ano})/(1\text{E}+4)) \\
 & (_\text{kg/kg solo})(5400\text{kcal/kg}) \\
 & (4186\text{J/kcal})/(\text{area}) \\
 & 0 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} & = 0 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Gomes et al. 2019

2.10. Lenha

$$\begin{aligned}
 \text{Energia (J)} & = (\text{volume})(\text{densidade}) \\
 & (\text{fracao organica}) (\text{G}) \\
 & = (_\text{m}^3) (1.47\text{g/cm}^3) (0.03) \\
 & (5,4\text{kcal/kg}) (4.186\text{J/kcal}) \\
 & = 1,73\text{E}+05 \text{ J/yr} \\
 \text{TRANSFORMITY} & = 2,64\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.12. Cama

$$\begin{aligned}
\text{Consumo} &= (\text{volume usado})(\text{lote/ano}) / (\text{vezes de reuso cama}) \\
&= (\text{___g/lote})(\text{___lotes/ano})(\text{___n/ano}) \\
&= 2,90\text{E}+07 \text{ g/ano} \\
\text{Energia cama} &= 4 \text{ kcal/g} \\
\text{Energia (J)} &= 4,86\text{E}+11 \text{ J/ano} \\
\text{TRANSFORMIDADE} &= 3,80\text{E}+04 \text{ seJ/J}
\end{aligned}$$

Parâmetro
Comar, 2006^f

2.13. Combustíveis

$$\begin{aligned}
\text{Consumo} &= 4,06\text{E}+02 \text{ L/ano} \\
\text{Energia (J)} &= (\text{___L/yr})(\text{energia}) \\
&= (\text{___L/yr})(1,14\text{E}4 \text{ kcal/L})(4.186 \text{ J/kcal}) \\
&= 1,94\text{E}+10 \text{ J/ano} \\
\text{TRANSFORMIDADE} &= 1,41\text{E}+05 \text{ seJ/J}
\end{aligned}$$

Dados próprios

Parâmetro
Odum, 1996^a

2.14. Energia elétrica

$$\begin{aligned}
\text{Kilowatt Hrs/yr} &= 1,74\text{E}+04 \text{ Kwh/ano} \\
\text{Energy (J)} &= (\text{consumo})(\text{conteúdo energia}) \\
&= (\text{___Kwh/ano}) * (3.6\text{E}6 \text{ J/Kwh}) \\
&= 6,26\text{E}+10 \text{ J.ano} \\
\text{TRANSFORMIDADE} &= 4,27\text{E}+05 \text{ seJ/J}
\end{aligned}$$

Dados próprios

Parâmetro
Odum, 1996^a

2.15. Pintos de um dia

$$\begin{aligned}
\text{Area} &= 2.250 \text{ m}^2 \\
\text{Energia (J)} &= (\text{peso inicial})(\text{n de pintos}) \\
&\quad (\text{n lotes})(1\text{E}3\text{g}) / (\text{area}) \\
&\quad (\text{___kg})(\text{___un})(\text{___lotes/ano}) \\
&\quad (1\text{E}3\text{g}) / (\text{___m}^2) \\
&= 6,09\text{E}+06 \text{ g} \\
&= 5,5 \text{ kcal/g} \\
\text{Kcal para J} &= 1,40\text{E}+11 \text{ J/ano} \\
\text{TRANSFORMIDADE} &= 4,64\text{E}+05 \text{ seJ/J}
\end{aligned}$$

Dados próprios
Parâmetro

Parâmetro
Kerr et al., 2013⁸
Conversão
Castellini et al. 2006g

2.16. *Ração*

Milho (convencional)

$$\begin{aligned}\text{Energia} &= 3.901 \text{ kcal/kg} \\ \text{Consumo} &= 4,29\text{E}+05 \text{ kg} \\ \text{kcal to joules} &= 4.186 \text{ J} \\ \text{N de lotes} &= 5,8 \text{ lotes/ano} \\ \text{Energia (J)} &= (\text{energia})(\text{consumo}) \\ &= (4.186 \text{ kcal para J})(\text{n de lotes}) \\ &= (\text{__kcal/kg})(\text{__kg}) \\ &= (4.186\text{J})(\text{__un/ano}) \\ &= 7,00\text{E}+12 \text{ J/ano} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 5,10\text{E}+04 \text{ seJ/J}\end{aligned}$$

Rostagno et al. 2017
Dados próprios
Conversão
Dados próprios

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

Farelo soja 45% PB (convencional)

$$\begin{aligned}\text{Energia} &= 4.118 \text{ kcal/kg} \\ \text{Consumo} &= 2,02\text{E}+05 \text{ kg} \\ \text{kcal para joules} &= 4.186 \text{ J} \\ \text{N de lotes} &= 5,8 \text{ lotes/ano} \\ \text{Energia (J)} &= (\text{energia})(\text{consumo}) \\ &= (4.186 \text{ kcal para J})(\text{N de lotes}) \\ &= (\text{__kcal/kg})(\text{__kg}) \\ &= (4.186\text{J})(\text{__un/ano}) \\ &= 3.49\text{E}+12 \text{ J/ano} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,25\text{E}+05 \text{ seJ/J}\end{aligned}$$

Rostagno et al. 2017
Dados próprios
Conversão
Dados próprios

Parâmetro
Giannetti et al. 2019c

2.17. *Piquete*

$$\begin{aligned}\text{Consumo biomassa vegetal (Vbi)} &= 0 \text{ g/ave.dia} \\ \text{Fase final} &= 46 \text{ d} \\ \text{Fase inicial} &= 30 \text{ d}\end{aligned}$$

Rivera-Ferre et al. 2007
Dados próprios
Dados próprios

Aves alojadas = 25.000 aves
 Mortalidade = 1,38 %
 Lotes = 5,8 n/yr
 Matéria seca (pastagem) = 85 %
 Energia = 4.900 kcal/kg
 kcal para J = 4.186 J

Dados próprios
 Dados próprios
 Dados próprios

$$\begin{aligned}
 \text{Consumo pasto} &= ((\text{fase final}) - (\text{fase inicial}))(\text{Vbi}) \\
 &\quad ((\text{Aves aloj})1 - (\text{mortalidade})) \\
 &\quad (\text{lotes}) \\
 &= ((\text{__d}) - (\text{__d}))(8,8\text{g}) \\
 &\quad ((\text{__aves/lote})1 - (\text{__\%})) \\
 &\quad (\text{__un/ano}) / (\text{__m}^2) \\
 &= 0 \text{ kg/ano}
 \end{aligned}$$

Parâmetro

$$\begin{aligned}
 \text{Energy (J)} &= (\text{Consumo pasto}) \\
 &\quad (\text{Materia seca})(\text{energia})(\text{kcal} \\
 &\quad \text{para J}) \\
 &= (\text{__kg/ano})(\text{__\%})(\text{__kcal/kg}) \\
 &\quad (4186\text{J}) \\
 &= 0 \text{ J/ano} \\
 \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,92\text{E}+04 \text{ seJ/J}
 \end{aligned}$$

Parâmetro
 Rótolo et al. 2007i

2.18. Equipamentos mecânicos

$$\begin{aligned}
 \text{Peso total máquinas} &= 5,54\text{E}+00 \text{ t} \\
 \text{Total usefull life} &= 2,40\text{E}+01 \text{ ano} \\
 \text{Massa (g)} &= (\text{massa})/(\text{area})/(\text{vida util}) \\
 &= (\text{__MT/maquina})(1\text{E}6\text{g/MT})/(\text{__m}^2)/(\text{__ano}) \\
 &= 2,31\text{E}+05 \text{ g/ano} \\
 \text{TRANSFORMITY} &= 1,82\text{E}+09 \text{ seJ/g}
 \end{aligned}$$

Estimativa^[9]
 Dados próprios

Parâmetro
 Bargigli & Ulgiati (2003)j

$$\begin{aligned}\text{Depreciação máquinas} &= (\text{material}) / (\text{vida útil}) \\ &= (\text{__kg/m}^2)(1\text{E}3\text{g})/(\text{__ano}) \\ &\quad 1.75\text{E}+13 \text{ seJ/ano}\end{aligned}$$

Parâmetro

2.19. Transporte

Equipamentos mecânicos

$$\begin{aligned}\text{Número de caminhões} &= 3,00\text{E}+00 \\ \text{Vida útil caminhão} &= 3,40\text{E}+01 \text{ km/caminhão} \\ \text{Peso médio caminhão} &= 1,40\text{E}+01 \text{ MT/maquina} \\ \text{Massa (g)} &= (\text{caminhoes})(\text{peso})/(\text{vida util}) \\ &= (\text{__ machines})(\text{__MT/maquina})*(1\text{E}6\text{g/MT})/(\text{__ano}) \\ &= 1.24\text{E}+06 \text{ g/ano} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 5,09\text{E}+09 \text{ seJ/g}\end{aligned}$$

Estimative¹⁹
Cavallet and Ortega, 2010
Cavallet and Ortega, 2010

Parâmetro
Brown, 2001k

Combustível

$$\begin{aligned}\text{Número de viagens} &= 1,60\text{E}+01 \text{ viagens/lote} \\ \text{Distância por viagem} &= 6,00\text{E}+01 \text{ km/viagem} \\ \text{Lotes} &= 5,80\text{E}+00 \text{ n/ano} \\ \text{Distância total por viagem} &= (\text{viagens})(\text{distancia})(\text{lotes}) \\ &= 9,60\text{E}+02 \text{ km totais}\end{aligned}$$

Giroto and Souza, 2005
Estimative¹⁸
Dados próprios
Giroto and Souza, 2005²⁰

$$\begin{aligned}\text{Lotes} &= 5,80\text{E}+00 \text{ n/ano} \\ \text{Diesel por km} &= 1,00\text{E}-01 \text{ kg/km} \\ \text{Consumo} &= (\text{distancia total})(\text{diesel})(\text{lotes}) \\ &\quad (\text{__km/ano})(\text{__n/ano})(\text{__kg/km}) \\ &= 5,57\text{E}+02 \text{ L/ano}\end{aligned}$$

Cavallet, 2009^[10]
Cavallet, 2009^[10]

Cavallet, 2009^[10]

$$\begin{aligned}\text{Energia (J)} &= (\text{__L/ano})(\text{conteúdo energia}) \\ &= (\text{__L/ano})(1,14\text{E}4 \text{ kcal/L})(4.186 \text{ J/kcal}) \\ &= 2,66\text{E}+10 \text{ seJ/ano} \\ \text{TRANSFORMIDADE} &= 1,41\text{E}+05 \text{ seJ/J}\end{aligned}$$

Parâmetro
Odum, 1996a

Trabalho humano

Mão-de-obra transporte	3,00E+00	Estimativa ²⁰
Mão-de-obra por viagem =	1,00E+00 h/viagem	Estimativa ²⁰
Número de viagens =	1,60E+01 viagens/ano	Giroto and Souza, 2005
Lotes =	5,80 n/ano	Dados próprios
Trabalho aplicado tota =	2,78E+02 h/ano	Parâmetro
Dias trabalhados (8 h/dia) =	1,16E+01 dias/ano	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trabalhados/ano)(total metab. energia/dia) (conteudo energia) = (___d/ano)(2500 kcal/d) (4.186 J/kcal) = 1,21E+08 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ¹

2.20. Mão-de-obra

[11]

Assistência técnica

Dias de alojamento =	46 dias	
Semanas de alojamento =	7 semanas	
Dias trabalhados =	3 dias/semana	
Horas trabalhadas =	3 hr/dias	
Lotes =	5,8 n/ano	
Dias trabalhados =	((dias alojamento / 7)(3)(3hr/dia))(lotes/ano) = ((___dias) / 7)(3)(3hr/dia)(___n/ano) 1,43E+01 Days/yr	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trabalhados/ano)(total metab. energia/per.dia)(conteudo energia) = (___ d/ano)(2.500 kcal/per/d)(4.186 J/kcal)	
Energy (J) =	1,50E+08 J/yr	Parâmetro
TRANSFORMITY =	3,12E+04 sej/J	Demetrio, 2011 ¹

Proprietário	1,00E+00	Dados próprios
Dias de alojamento =	46 dias	
Manejo intensivo =	2,00E+01 dias	
Manejo intensivo =	1,60E+01 hr/dias	

Manejo normal =	26 dias	
Manejo normal =	8,00E+00 hr/dia	
Intervalo entre lotes =	16,93 dias	
Intervalo entre lotes =	4,00E+00 hr/dia	
Lotes =	5.80 n/ano	
Dias trabalhados =	(((20dias)*(16hr/dia)) + ((Dias alojamento - 20 dias) * (8hr/dia) + ((interval dia) / 2 * (4hr/dia))) * Lotes/ano * (n prop.)	[12]
	= (((20dias)*(16hr/dia)) + ((__dia) - (20dias) * (8hr/dia) + (__dias) / 2 * (4hr/dias))) * (__Lotes/ano) * (__prop)	
	= 1,44E+02 days/m^2.yr	Parâmetro
Energia (J) =	(dias trab/ano)(total metab. eergia/per/dia)(energia content)	
Energia (J) =	(__d/ano)(2500 kcal/pers/d)(4186 J/kcal)	
Energia (J) =	1,51E+09 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ¹
Mão-de-obra registrada =	((n de pessoas) * (dias trabalhados/ano) * (hr/dia)) / 24hrs	
	= ((__homens/lote) * (__dias/ano) * (__hr/dia)) / 24	
N de mão-de-obra registrada =	1,00E+00	
N de mão-de-obra registrada =	4,96E-02	
Energia (J) =	(dias trabalhados/ano)(total metab. energia/per/dia)(energia content)	
Energia (J) =	(____ d/ano)(2500 kcal/pers/d)(4186 J/kcal)	
Energia (J) =	5,19E+05 J/m^2.ano	
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 sej/J	
Serviço de apanha	12 homens/lote	Ludtke et al., 2010 ²²

Tempo de apanha =	8,7 seg/ave	Kittelsen et al. 2018 ²¹
N de aves vendidas =	24.655 un/lote	Dados próprios
Horas trabalhadas =	(Apanha)(Aves vendidas) (3.600sec to hr) / (mão-de-obra) = (___seg/ave)(___un/lote) (3.600sec) / (___homen/lote)	
Worked hours =	4,97 hr/lote	Parâmetro
Days worked =	(Dias de alojamento)(Horas trabalhadas) / (Horas trabalhadas)(Lote/ano) = (___dias/lote)(___hr/lote) / (___hr/lote)(___lotes/ano) = 1,44E+01 dias/ano	Parâmetro
Energy (J) =	(working days/yr)(total metab.energy/per/day) (energy content) = (___ d/yr)(2.500 kcal/pers/d) (4.186 J/kcal)	
Energia (J) =	(Dias trabalhados/ano)(total metab.energia/per/dia) (energia content) = (___ d/yr)(2.500 kcal/pers/d) (4.186 J/kcal) = 1,51E+08 J/ano	Parâmetro
TRANSFORMIDADE =	3,12E+04 seJ/J	Demetrio, 2011 ¹

2.21. Galpão

Area =	2.250 m ²	[13]
Vida útil =	40 yr	Dados próprios
	= (material)(1E3g)/(Vida útil)	Miele et al. (2010)
	= (___kg/m ²)(1E3g)/(___ano)	

TRANSFORMIDADE

Madeira =	1,80E+06 g/m ²	6,69E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Ferro =	1,33E+05 g/m ²	2,39E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m

Areia =	7,20E+05 g/m ²	8,51E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cimento =	2,21E+05 g/m ²	1,57E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Brita =	6,64E+05 g/m ²	1,28E+09 seJ/g	Pulselli et al. 2008 ⁿ
Tijolo =	1,55E+05 g/m ²	1,76E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Telha =	2,90E+06 g/m ²	2,33E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cerca =	4,17E+07 g/m ²	2,01E+09 seJ/g	Castellini et al. 2006 ²⁴

$$\begin{aligned} \text{Depreciação} &= (\text{material}) / (\text{Vida útil}) \\ &= (\text{___kg/m}^2)(1\text{E}3\text{g})/(\text{___ano}) \\ &= \text{sej/J} \end{aligned}$$

Parâmetro

TRANSFORMIDADE

Madeira =	4,50E+04 g/m ²	6,69E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Ferro =	3,32E+03 g/m ²	2,39E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Areia =	1,80E+04 g/m ²	8,51E+08 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cimento =	5,53E+03 g/m ²	1,57E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Brita =	1,66E+04 g/m ²	1,28E+09 seJ/g	Pulselli et al. 2008 ⁿ
Tijolo =	3,87E+03 g/m ²	1,76E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Telha =	7,25E+04 g/m ²	2,33E+09 seJ/g	Brown & Buranakarn, 2003 ^m
Cerca =	1,04E+06 g/m ²	2,01E+09 seJ/g	Castellini et al. 2006 ²⁴
Energia =	2,35E+15 g/m ²		Parâmetro

2.22. Serviços (\$ per m²)

Area =	2,25E+03	Dados próprios
Serviços =	(item)(n lotes) / (US\$) / (area)	
Serviços =	(__R\$/lote)(__lote/ano) / (__US\$) / (__m ²)	
[1] Mão-de-obra =	2,41E+04 US\$	Parâmetro
[2] Assistência técnica =	3,60E+02 US\$	Parâmetro
[3] Transporte =	1,11E+04 US\$	Parâmetro

[4] Energia elétrica =	1,58E+03 US\$	Parâmetro
[5] Combustíveis =	3,57E+02 US\$	Parâmetro
[6] Aquecimento =	2,44E+03 US\$	Parâmetro
[7] Cama =	1,74E+03 US\$	Parâmetro
[8] Nutrição =	2,91E+05 US\$	Parâmetro
[9] Pintos um dia =	5,08E+04 US\$	Parâmetro
[10] Sanidade =	2,53E+03 US\$	Parâmetro
[11] Manutenção =	1,18E+02 US\$	Parâmetro
[12] Taxas, Seguros e certificações =	2,63E+02 US\$	Parâmetro
[13] Depreciação =	1,15E+04 US\$	Parâmetro
[14] Custo fatores de produção =	2,83E+04 US\$	Parâmetro
[15] Eventuais =	1,05E+04 US\$	Parâmetro

$$\begin{aligned} \text{Services (US$/ano)} &= \sum_{i=15}^1 (\text{Serviços}) \\ &= \sum_{i=15}^1 (\text{__US$/m}^2) \\ &= 4,36E+05 \text{ US$/ano} \end{aligned}$$

Rendimento

((aves vendidas) (peso final) (lotes/ano))

[14]

(__n/lotes)(__kg/aves) (__n/ano)

Peso seco total =	3,65E+02 t	Parâmetro
	3,65E+05 kg	Parâmetro
Produto em Joules		[15]
Produção total =	3,65E+02 MT/ano	Brandt-Williams,2001folio#4º
Média % proteína =	16,4 %	NEPA, 2014 ^[22]
Média % gordura =	17,3 %	NEPA, 2014 ^[22]
Média % carboidrato =	0 %	NEPA, 2014 ^[22]
Energia (J) =	(produto)(energia content in alimento)	
	= (__MT/ano)(__% component * __KJ/g)(1.000 J/KJ)(1E+06 g/MT)	
	= 3,90E+12 J/ano	Parâmetro

^aOdum, 1996; ^bLou and Ulgiati, 2013; ^cGiannetti et al., 2019; ^dBrown, 2000; ^eOdum, 2000 folio#1; ^fComar, 2006; ^gCastellini et al., 2006; ^hOrtega and Miller, 2000; ⁱRotolo (2007); ^jBargigli and Ulgiati (2003); ^kBrown, 2001 folio#3; ^lDemetrio, 2011; ^mBrown & Buranakarn, 2003; ⁿPulselli et al. 2008; ^oBrandt-Williams, 2001 folio#4

‡ Em que: Q_t^* é a produção de calor total a 28°C (W); a é uma constante numérica a qual foi dada o valor de 8,09 (watts/kg^{-0,75}) de acordo com Chwalibog (1990); m é o peso corporal das aves (kg) sendo considerado o peso corporal semanal estimado para linhagens de crescimento rápido (PLANALTO, 2006); $(4)(10^{-5})(20-t)^3+1$ é o fator de correção para temperaturas > 20°C; 20 é uma constante numérica (°C); t é a temperatura (°C); e 1 é uma constante adimensional (PEDERSEN; THOMSEN, 2000)

Em que Q_s é o calor sensível (W); $(0.8)-(1.85)(10^{-7})(t+10)^4$ é um fator comum para a proporção de calor sensível em diferentes temperaturas para bovinos, suínos e aves; 10 é uma constante numérica (°C); $(1.85)(10^{-7})$ é uma constante em °C⁻⁴; e 0,8 é uma constante adimensional; de acordo com a equação de Strøm para produção de calor sensível (CIGR, 1984).

De acordo com CIGR (1984), 100KJ = 4,5 litros de CO₂

¹As emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram estimadas seguindo os modelos do TIER 1 (IPCC, 2006; Chapter 10; Table 10.19; Table 10A-8) considerando como fase inicial (1-21d) 46.67% do período total de produção e peso corporal como 0,83 kg, 31.11% (22-35d) do período total de produção como fase de crescimento e peso de 1.92 kg, e 20,00% (36-45d) do período de produção como terminação e peso de 2.45 kg;

Nex(T) = excreção anual de nitrogênio (N) para a categoria animal T (kg N animal⁻¹ yr⁻¹); Nrate(T) = taxa de excreção de N (kg N (1000 kg de massa animal)⁻¹ day⁻¹ (disponível na Tabela 10.19), 1.1; TAM(T) = massa animal típica para a categoria animal T (kg animal);

N2OD(mm) = emissões diretas de N₂O a partir do manejo de dejetos (kg N₂O yr⁻¹); N(T) = número de cabeças de animais por categoria T; Nex(T) = média anual de excreção de N por cabeça de espécie/categoria T (kg N animal⁻¹ yr⁻¹); MS(T,S) = fração da excreção total do N para cada

espécie/categoria T que é manejada; no manejo de dejetos do sistema S (adimensional); EF3(S) = fator de emissão direta para N₂O a partir do manejo de dejetos no sistema S (kg); N₂O-N/kg N no sistema de manejo de dejetos S; S = sistema de manejo de dejetos; T = categoria/espécie animal; Emissão indireta de N₂O: N₂O_G(mm) = emissão indireta de N₂O devido a volatilização de N a partir do manejo de dejetos (kg N₂O yr⁻¹); EF4 = fator de emissão para emissão de N₂O a partir da deposição atmosférica de nitrogênio no solo e águas superficiais (kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilised)⁻¹); o valor base é 0.01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilised)⁻¹, de acordo com o Capítulo 11, Tabela 11.3

Nvolatilization-MMS = quantidade de N nos dejetos que é perdido devido à volatilização de NH₃ e NO_x, (kg N yr⁻¹); N(T) número de cabeças de animais por categoria T; Nex(T)= média anual de excreção de N por cabeça de espécie/categoria T (kg N animal⁻¹ yr⁻¹); MS(T,S) = fração da excreção total do N para cada espécie/categoria T que é manejada; no manejo de dejetos do sistema S (adimensional); FracGasMS = percentual de N manejado via dejetos para a categoria animal T que volatiliza como NH₃ e NO_x no sistema de manejo de dejetos S (%); 44/28 = conversão da emissão de (N₂O-N)(mm) para emissão de N₂O(mm);

N₂O_G(mm) = emissão indireta de N₂O devido a volatilização do N a partir do manejo de dejetos (kg N₂O yr⁻¹); EF4 = EF4 = fator de emissão para emissão de N₂O a partir da deposição atmosférica de nitrogênio no solo e águas superficiais (kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilised)⁻¹); o valor base é 0.01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilised)⁻¹, de acordo com o Capítulo 11, Tabela 11.3;

Calcula o volume de massa ou ar requerido (M) para diluir as emissões em (i) concentração aceitável ou (ii) background concentration. Para nosso modelo, consideramos a dissolução total da massa.

Formula
$$M = d * W / c$$

em que: M é a mass of dissolution air; d é a densidade do ar; W é a quantidade de emissão de um dado elemento químico (nitrogen / t°C / CO₂); c é a concentração aceitável ou menor desse dado elemento químico.

CH₄ = emissões de CH₄ a partir do manejo de dejetos para uma população definida (Gg CH₄ yr⁻¹); EF(T) = fator de emissão para a população animal definida (kg CH₄ head⁻¹ yr⁻¹); N(T) = número de animais da espécie/categoria T; T = categoria/espécie animal;

Fator de emissões para GEE de lenha e combustíveis: Capítulo 2, TIER 1, equação 2.1, Tabela 2.5.

INPE/MCTIC. 2017. Atlas brasileiro de energia solar. 2ed. Pg 42. <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>

EMBRAPA. 2019. Dados agrometeorológicos. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/meteor/>. Acessado em: 03 ago. 2020.

Condepacc, 2013. Permeabilidade Alternativa. Disponível em: https://portalcultura.campinas.sp.gov.br/estrutura/gs/cspc/cedoc/permeabilidade_alternativa
Acessado em 03 de agosto de 2020.

BRASIL, 2012. Atlas eólico do estado de São Paulo - São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Energia, 2012. Disponível em:
http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas_eolico.pdf; acessado em 13 de julho de 2021.

OLIVEIRA, M. W. Avaliação da sustentabilidade da produção de leite no Sul de Minas Gerais: subsídios para um planejamento estratégico regional. 2017. Tese de doutorado. Universidade Paulista, 2017.

²Strom, 1978; CIGR, 1984. The estimate heat and CO₂ production were according to Strom, 1978; CIGR, 1984. The curves of weight and heating t°C per wk were according to broiler strain manual guideline (Planalto, 2006).

³Considerer Total sensible heat (Qs) as mass dissolution air (M); where Qs is the sensible heat in W ($0.8-1.85 \times 10^{-7} \cdot (t + 10)^{-4}$) is a common factor for the proportion of sensible heat at different temperatures for cattle, pigs and poultry, 10 is a numerical constant in C, 1.85×10^{-7} is a constant in C⁻⁴, and 0.8 is a dimensionless constant.

⁴It was considered the wind energy used to total negative externalities dissolution (GHG and animal heat production)

⁵Air requeriment from the ventilation (m³/h.weight). Average value to winter (max), summer (max) and summer with UR% up to 50%. Abreu and Abreu (2000), Table 2. pg. 09 and Wind velocity, pg. 36. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf>; acessado em 13 de julho de 2021.

⁶Groundwater recharge refers to a hydrologic process, through which surface water enters to groundwater (Freeze and Cherry, 1979; <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101073>) Data according to the mesoregion of Campinas/SP, in which: Water infiltration rate: 25%. Disponível em: https://portalcultura.campinas.sp.gov.br/estrutura/gscspc/cedoc/permeabilidade_alternativa; acessado em 13 de julho de 2021.

⁷ IAC (s/d). Interpretação de resultados de análise de solo. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>; acessado em 13 de julho de 2021.

Considerada 30g/dm³ para solos argilosos;

⁸ Kerr et al. 2013. Apparent total tract macronutrient and energy digestibility of 1- to- 3-day-old whole chicks, adult ground chicken, and extruded and canned chicken-based diets in African wildcats (*Felis silvestris lybica*; <https://doi.org/10.1002/zoo.21084>)

⁹ Peso estimado dos equipamentos a partir dos informantes: Peso médio de trator Valmet 68 (4x2) (Disponível em: <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2020/01/trator-valmet-68.html>; acessado em 15 de julho de 2021); Enxada rotativa (Disponível em: [http://www.lavrale.com.br/produtos/17/Enxada-Rotativa-Super-\(RS\)](http://www.lavrale.com.br/produtos/17/Enxada-Rotativa-Super-(RS)); acessado em 15 de julho de 2021); Peso de silo para depósito de ração (Capacidade: 12 t) (Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/275071/silo-de-racao-12-toneladas>; acessado em 15 de julho de 2021); Peso das linhas de comedouros automáticos (Tuboflex; Informação pessoal) e nebulizadores: informação pessoal; bebedouros pendulares (Disponível em: https://www.granjtec.com.br/bebedouro_pendular_para_granja; acessado em 15 de julho de 2021);

¹⁰ According to Cavalett (2009) to heavy road transport of farm from industry. It was considered the weight and fuel consumption

¹¹ According to Demetrio (2011) the EMR at São Paulo state was 0.17E+13 whereas the population was 41.4E+06. Thus, the estimated UEV was 0.17E+10 / 41.4E+06. Disponível em http://www.advancesincleanerproduction.net/papers/dissertations/demetrio_fjc.pdf; acessado em 13 de julho de 2021.

¹² De acordo com os relatos dos produtores de frangos de corte, os 20 primeiros dias de alojamento exigem maior cuidado com os pintinhos, sendo necessárias 16 horas de trabalho; o restante do período de produção perfaz 8hr/dia; 1/2 dos dias de intervalo entre lotes é usado para manejo de cama ou limpeza das instalações e equipamentos, com menor jornada de trabalho; a outra metade do período é utilizada para descanso das instalações.

¹³As plantas de galpões de alvenaria sugeridas por Albino et al. (2009) foram utilizadas para a estimativa da emergia da construção (sej/m² de área construída). Albino, J.J., Bassi, L.J., Saatkamp, M.G., Lorenzet, A.L., 2009. Construção de aviário para produção de frangos de corte em sistemas alternativos em pequena escala. Embrapa Suínos e Aves, p.22.

¹⁴ It was considered Cobb500 broiler strain yield (1 to 42d) to eligible parts as 79.81, 1.96, 0.64, 2.34, 4.35 % to carcass, liver, heart, gizzard and feet, respectively. (B.R.F Nogueira et al., 2019 <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0866>). The dry weight (%) was considered 33.5% of total eligible parts weight NEPA, 2014. Pg 50 (Disponível em https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 13 de julho de 2021).

¹⁵ The nutritional composition of broiler, whole, with skin is according to Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos (NEPA, 2014) NEPA, 2014. Tabela 1, pg. 50 (Disponível em https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 13 de julho de 2021)

¹⁶ It was considered the average water intake as 0,225; 0,480; 725; 1000; 1250; and 1500 L/bird among 1st to 6th wk, respectively, according to Penz Junior (2003). Thus, the average water intake it was considered 0,863L bird⁻¹

¹⁷ Considerado consumo de 8.8g/ave.dia (61.6g/ave.semana) de matéria verde nas fases de recria e terminação. (Rivera-Ferre et al. (2007)). Aves em idades iniciais (1 a 28 dias) cria não tem acesso ao paddock e não consomem material verde.

¹⁸ De acordo com o raio médio de atuação da Agroindústria;

¹⁹ Considerado um caminhão para cada transporte (transporte de pintos-de-um-dia, ração e abate);

²⁰ Considerado o número de viagens sugeridos por Giroto and Souza (2005) e o raio de atuação da Agroindústria; considerada 1hr de viagem à velocidade média de 60km/h.

²¹ De acordo com Ludtke et al. (2010), as equipes de apanha de aves de corte são constituídas, em média, por 12 pessoas. LUDTKE, C. B.; RENJIFO, L. M.; AMAYA-ESPINEL, J. D.; KATTAN, G. H. Abate humanitário de aves. Rio de Janeiro, RJ: WSPA, 2010, (p.22); O tempo gasto na apanha foi considerado de 8,7 seg/ave de acordo com resultados propostos por Kittelsen et al. (2018) para aves com 44 dias de idade e 2300g de peso vivo médio (KITTELSEN, K. E.; GRANQUIST, E. G.; AUNSMO, A. L.; MOE, R. O.; TOLO, E. An Evaluation of Two Different Broiler Catching Methods. Animals 2018, Vol. 8, Page 141, v. 8, n. 8, p. 141, 15 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/8/8/141/htm>>. Acesso em: 14 jul. 2021; Table 2).

²² The nutritional composition of broiler, whole, with skin is according to Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos (NEPA, 2014) NEPA, 2014. Tabela 1, pg. 50 (Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf; acessado em 14 de julho de 2021)

²³ Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. p. 212; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

²⁴ Para cerca, foi considerada 2.000 unidades de mourão de eucalipto de Ø 8x10 cm e 2,20m com peso estimado de 18kg/unidade (para quantidade de mourões: <https://grupotaura.com/calculadora/cerca-tradicional>; para peso dos mourões: <https://bit.ly/3gfRM4G>); e tela galvanizada para aves com peso estimado de 34kg para 50m de tela (0,680kg/m) (<https://bit.ly/2W8c0Gg>) e considerando a emergência pela área total (8.409m²).

²⁵ GWP: Potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential*)

