

A TERMODINÂMICA E A CRIAÇÃO DOS SUÍNOS

Mario Ferreira da Silva ¹
Roney Roberto de Melo Sousa ²
Jardel Francisco Bonfim Chagas ³

RESUMO

A suinocultura é um segmento da Zootecnia destinada à criação de suínos, com a finalidade de produzir carne e derivados. A termodinâmica é um ramo da Física que estuda as relações entre calor trocado e o trabalho realizado em um determinado processo físico, que envolve a presença de um corpo e/ou sistema e o meio exterior. O Brasil por ser um país de clima tropical, apresenta uma variedade de climas que pode ser prejudicial à suinocultura. O objetivo geral desse trabalho é analisar de que forma a Física enquanto ciência pode ser aplicada a suinocultura, contribuindo para o letramento científico da população em geral. A metodologia do trabalho é baseada em pesquisas bibliográficas onde são consultados livros, revistas, sites especializados e artigos científicos. No cotidiano costumamos chamar os suínos de “porcos”, pois ao serem vistos criados em ambientes abertos, principalmente em pequenas cidades do interior, costumavam estar sujos de lama. Mesmo quando são vistos em criações fechadas e controladas, também é possível identificar tal comportamento. Após buscar explicações para esse fato foi possível concluir o principal motivo para o comportamento de usar sempre a lama está relacionado à regulação da temperatura corporal dos suínos. Esses animais têm poucas glândulas sudoríparas, uma grande quantidade de gordura corporal e um tronco em forma de barril que armazena muito calor. O banho de lama ajuda a reduzir a temperatura e curiosamente costuma ser mais refrescante do que um mergulho em água fria, pois a água na lama evapora mais lentamente do corpo, permitindo que o animal colha os benefícios da evaporação por mais tempo. Enfim esperamos que, com a divulgação dessa pesquisa, ocorra uma mudança na postura da população em entender que a lama é um fator de proteção para os suínos e que o termo porco deve ser evitado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Suinocultura, Divulgação científica, Termodinâmica, Letramento Científico.

INTRODUÇÃO

A Física rege todos os padrões de funcionamento do universo e não poderia ser diferente no meio biológico. Seres vivos dependem diretamente das leis e modelos físicos para compor sua estrutura corporal, permitir sua sobrevivência em determinados ambientes, comunicação entre indivíduos e grupos e também para estabelecer um sistema sensorial complexo que permite a interação com o meio que os rodeia.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, silva.m.f1994@gmail.com;

² Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, roney.melo@ifrn.edu.br;

³ Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, jardel.bonfim@ifrn.edu.br;

A Física procura descrever, prever e justificar através de leis os fenômenos que acontecem com a matéria no decorrer do espaço e do tempo. A partir de questões do cotidiano podemos utilizar a física como instrumento de estudo. Isso nos traz um impacto positivo que a aplicação dos conceitos científicos pode trazer para a vida do cidadão. O cotidiano, visto como espaço informal para o aprendizado dá muitas oportunidades para explorar conceitos, tais como: propagação do calor, pressão, eletricidade, etc., buscando aproximar a física da rotina de todos os indivíduos.

A termodinâmica é um ramo da Física que estuda as relações entre calor trocado e o trabalho realizado em um determinado processo físico, que envolve a presença de um corpo e/ou sistema e o meio exterior.

A suinocultura é um segmento da Zootecnia destinada à criação de suínos, com a finalidade de produzir carne e derivados, em que a carne suína é a mais produzida mundialmente. Em quase todo o mundo pratica-se uma ou outra forma de criação desses animais. Nas zonas rurais de muitas partes do mundo ainda é comum que as comunidades criem esses animais, que são vendidos ou abatidos quando as necessidades dos agregados familiares o requerem. Também há explorações suinícolas, nas povoações, cidades e nas suas imediações, que desempenham um papel importante na alimentação das populações urbanas.

A escolha do tema se deu, principalmente, pelo interesse na termodinâmica e pelas experiências vividas pelo autor durante a vida acadêmica no curso técnico em agropecuária na Escola Agrícola de Jundiá, no município de Macaíba – RN. Na disciplina de suinocultura, foi possível observar a aplicação da termodinâmica na transferência de calor através da pele animal. Ao se estudar as instalações para a criação dos suínos, muitos fatores são levados em conta como o clima da região, a umidade do ar, a direção e a intensidade do vento para minimizar os efeitos adversos do clima sobre os suínos.

Observa-se também, que o pé direito da instalação é um elemento importante para favorecer a ventilação e reduzir a quantidade de energia radiante vinda da cobertura. Então, a partir desses fatores ligados às instalações para criação de suínos, foi possível perceber que no nosso cotidiano, costumamos chamar esses animais de “porcos” associando a sujeira, devido a esses animais “gostarem” de tomar banho na lama e por muito tempo serem vistos e criados em ambientes abertos e sem controle, caracterizado como sistema de criação extensivo, em que os animais são criados livres. Então essas características sempre foram observadas nesse grupo de animais, e esse comportamento de tomarem banho na lama, não é frequentemente abordado de forma direta em textos ligados ao ensino de Física.



Observando melhor esse comportamento e a fisiologia desses animais, é possível concluir que isto se trata de alguma necessidade relacionada ao próprio bem-estar do animal?

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é analisar de que forma a Física enquanto ciência pode ser aplicada a suinocultura, contribuindo para o letramento científico da população em geral.

A partir desse objetivo iremos apresentar os processos utilizados pelos suínos para manter a temperatura corporal relativamente constante em que podemos descrever esses processos a partir dos fundamentos da termodinâmica e que alguns hábitos desses animais como rolar na lama são na verdade uma forma de transferência de calor.

REFERENCIAL TEÓRICO

A utilização de situações problemas, que fazem parte do cotidiano, incorporada na sala de aula, fornecem ao estudante um ambiente de aprendizagem propício de investigação. É importante formar no aluno o espírito investigativo, que busque utilizar a seu favor o conhecimento adquirido em sala de aula, conseguindo relacioná-lo com o seu dia a dia. É papel da escola formar cidadãos críticos que são capazes de utilizar a seu favor o conhecimento científico adquirido.

Segundo Chassot (2000), o termo Alfabetização Científica (AC) refere-se ao conjunto de conhecimentos que buscam facilitar a leitura de mundo onde o homem e mulher está inserido. A partir deste conhecimento o aluno consegue uma relação do saber adquirido com a sociedade que o cerca, além de observar ao seu redor as tecnologias que facilitam a sua vida, seja com um avanço no campo da medicina bem como em aparelhos celulares cada vez mais completos.

O Letramento científico é uma série de ações que visam a possibilidade de que o aluno consiga viver numa sociedade que é completamente tomada por ciência e tecnologia, no sentido de que o aluno consiga participar efetivamente da sociedade no campo da temática da ciência, como também ser capaz de acompanhar os debates com relação aos grandes desafios que a sociedade impõe. Sendo de modo geral que o aluno consiga fazer uma leitura científica e tecnológica do mundo (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005, p. 1).

A Física rege todos os padrões de funcionamento do universo e não poderia ser diferente no meio biológico. Seres vivos dependem diretamente das leis e modelos físicos para compor sua estrutura corporal, permitir sua sobrevivência em determinados ambientes,

comunicação entre indivíduos e grupos e também para estabelecer um sistema sensorial complexo que permite a interação com o meio que os rodeia.

A termodinâmica é um ramo da Física que estuda as relações entre o calor e o trabalho num determinado processo físico que ocorre entre o sistema e sua vizinhança. Estuda também as variações de temperatura, pressão e entropia e como elas influenciam o comportamento e as transformações dos sistemas.

O clima demonstra grande importância sobre os animais. O Brasil é um país de clima tropical, apresenta altas temperaturas em algumas regiões, mas em contrapartida outras regiões possuem temperaturas mais baixas em determinadas épocas do ano. Essa variedade de climas pode ser prejudicial à suinocultura, considerando que o ambiente térmico é de fundamental importância na produção animal e pode ser considerado responsável caso ocorra um baixo desenvolvimento dos animais (Mostaço et al., 2015).

Os suínos são animais homeotérmicos e, portanto dentro de um intervalo de temperatura ambiente, mantêm a temperatura corpórea interna constante (Hannas et al., 1999). Esse intervalo é denominado zona de conforto térmico ou de termoneutralidade, em que não há sensação de frio ou de calor e o desempenho em qualquer atividade é otimizado (Abreu e Abreu, 2004).

Quando os animais são submetidos a temperaturas fora da zona de conforto térmico, há uma demanda maior de energia para manutenção da temperatura corporal, o que pode afetar o desempenho e em casos mais graves, pode causar a morte do animal (Dias et al., 2016).

Os suínos apresentam o aparelho termorregulador pouco desenvolvido. São animais sensíveis ao frio quando pequenos e sensíveis ao calor quando adultos, o que dificulta a sua adaptação aos trópicos. A dificuldade de se adaptar ao calor é devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a capa de tecido adiposo subcutâneo e seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e glândulas sudoríparas queratinizadas (BRIDI, 2010).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração deste trabalho teve por base uma análise bibliográfica em temas relacionados ao conforto térmico dos suínos, ambiência, bioclimatologia dos animais, bem-estar animal, a partir de fontes eletrônicas, livros, artigos publicados, revistas, etc.



Segundo Lakatos e Marconi (2001), a pesquisa bibliográfica é o procedimento básico na obtenção de dados para os trabalhos acadêmicos de modo geral, em que se procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, periódicos e etc.

A revisão literária é uma ótima ferramenta para identificar, avaliar, e interpretar os estudos que estejam disponíveis e que sejam relevantes a um determinado tema pesquisado. Segundo Echer (2001), para a elaboração de um trabalho científico, é necessário possuir uma ideia clara do problema a ser resolvido; assim sendo, a revisão bibliográfica torna-se fundamental, visto que orienta o pesquisador em relação ao que já é conhecido, e informa acerca de temas e problemas pouco pesquisados, servindo, assim, como fonte de inspiração para novas investigações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os seres vivos que conhecemos obedecem ao mesmo conjunto de leis Físicas, que regem o mundo macro e microscópico. Todas as atividades realizadas pelos seres vivos dependem de energia que, segundo a física, é "capacidade de realizar trabalho".

A energia para o funcionamento do corpo é o resultado de diversos processos químicos e físicos a partir dos alimentos consumidos, que dependem da temperatura corporal para ocorrerem de maneira adequada. Temperaturas elevadas aceleram as reações e baixas temperaturas as deprimem (REECE, 2017).

Em síntese, o animal produz calor quando transforma energia química contida nos alimentos em trabalho. E pode absorver calor de forma direta ou indiretamente do ambiente através da radiação solar, do vento e outros fatores climáticos. Este calor é adicionado ao calor produzido metabolicamente e ambos formam o ganho de calor do animal.

A termorregulação é o processo no qual os animais mantêm a temperatura dentro de uma faixa de valor ideal para a manutenção de seus processos biológicos. Para que a termorregulação seja eficiente, é fundamental que o total de calor produzido pelo suíno seja igual ao total de calor perdido para o ambiente. Então os animais utilizam estratégias que permitam regular a troca de calor de seus corpos.

Durante as atividades com maior esforço físico, a produção de calor metabólico pode aumentar e necessita obrigatoriamente ser dissipado para o ambiente das mais diversas formas, semelhante a um motor à combustão, que durante o seu funcionamento gera calor e aquece o sistema mecânico.

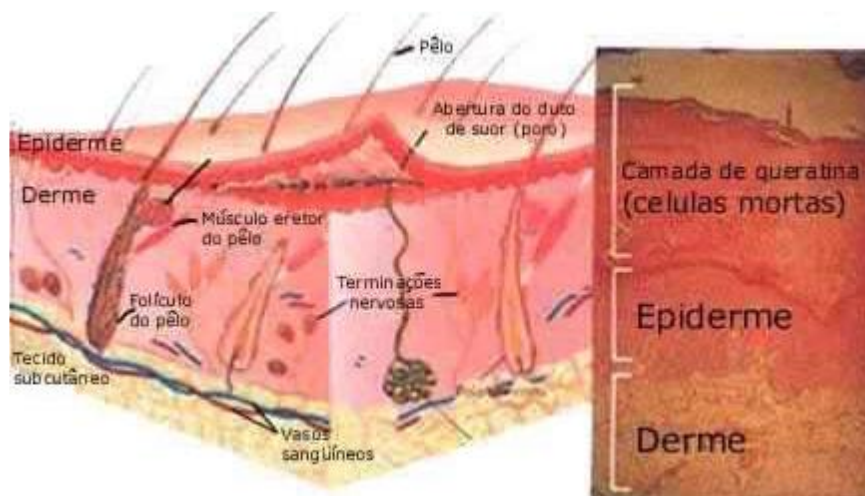
Um sistema é uma porção do espaço considerada como objeto de estudo. O sistema termodinâmico é um espaço ou região definido por limites reais ou imaginários, que selecionamos com o objetivo de delimitar o estudo da energia e suas transformações. O limite do sistema é chamado de fronteira, e vizinhança é a região do espaço que faz fronteira com o sistema.

No que diz respeito a trocas de matéria e energia, os sistemas se subdividem em três categorias. Sistemas abertos são os que trocam massa e energia com a vizinhança; sistemas fechados são aqueles que trocam energia, mas não massa, e sistemas isolados são os que não trocam nem massa nem energia.

O suíno pode ser considerado como um sistema termodinâmico, que continuamente troca energia com o ambiente, caracterizado como aberto, em que permite trocas de energia e matéria com a vizinhança, ambiente em que esta inserido. Mas esses animais apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a capa de tecido adiposo subcutâneo, seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas. Sendo, por essa razão, sensíveis ao calor quando adultos, o que dificulta sua adaptação aos trópicos.

Na epiderme encontra-se a camada de queratina, que de acordo com algumas pesquisas, nos suínos ela bloqueia a abertura do ducto de suor (Figura 1). Na derme existe o tecido adiposo, que atua como reserva energética, protetora contra choques mecânicos e isolante térmico, a espessura do toucinho pode dificultar a dissipação do calor.

Figura 1 - Camada de Queratina bloqueando o ducto do suor. Espessura do tecido adiposo na derme



Fonte: Bear et. al., 2002

Para manterem a temperatura corporal relativamente constante, eles necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir calor (para aumentar a temperatura corporal quando a temperatura diminui) ou perder calor para o meio (diminuir a temperatura corporal no estresse calórico).

A quantidade de calor gerada pelo suíno depende principalmente do seu tamanho, da energia metabolizável ingerida e da eficiência de utilização da energia contida nos alimentos (BRUCE & CLARK, 1979). Este calor tem que ser dissipado através de mecanismos de trocas térmicas entre o animal e o ambiente, envolvendo transferência de calor que, segundo Curtis (1983), pode ser por meio sensível (condução, convecção e radiação) e por via latente (evaporação da água a partir da pele e do aparelho respiratório). No fluxo de calor sensível, segundo Incropera e Dewitt (1990), pode-se definir a condução como a transferência de calor por difusão referente ao transporte de energia num meio provocado por um gradiente de temperatura. A convecção é a transferência de energia pelo movimento de líquido ou gás em contato com a pele, seja ar ou água. A troca de calor por meio de radiação envolve a transferência de calor por ondas eletromagnéticas.

Na radiação a troca de calor se dá através de ondas eletromagnéticas, que ocorre quando o suíno emite calor para um ambiente mais frio ou absorve a radiação sob a forma de onda, através do sol, lâmpada, etc. A intensidade da troca de calor por radiação vai depender da:

- Diferença de temperatura entre o suíno e fonte de calor;
- Área da superfície corporal exposta e distância da fonte de calor;
- Cor da superfície – suínos de cor clara refletem uma grande porção da radiação solar que os atinge, enquanto os suínos de cor escura absorvem grande parte da radiação.

A troca de calor por condução se dá devido ao contato direto do corpo do suíno com o solo, água ou outras superfícies. Para perder calor por condução, o suíno procura maximizar a área de superfície corporal em contato com superfícies mais frias. A intensidade da troca de calor por condução depende da:

- Diferença na temperatura das superfícies;
- Área que está em contato com a outra superfície;
- Condutividade térmica das superfícies.

A convecção é a transferência de calor devido ao movimento de ar na superfície da pele ou da circulação sanguínea transportando calor dos tecidos para a superfície corporal do suíno.

A intensidade da troca de calor por convecção depende da:

- Diferença na temperatura entre o suíno e o ambiente;
- Velocidade relativa do ar ou do suíno.

Já no processo de troca de calor por evaporação acontece com a transformação do líquido para a fase gasosa (vapor). O resfriamento evaporativo respiratório (ofegação) constitui-se num dos mais importantes meios de perda de calor dos suínos em temperaturas elevadas, podendo ser responsável pela perda de até 60% do calor corporal. Quanto maior a frequência respiratória dos suínos, maior quantidade de calor é dissipada para o ambiente.

Outra forma de troca de calor por evaporação é a sudorese; nos suínos, essa troca é praticamente nula, uma vez que possuem número reduzido de glândulas sudoríparas, sendo estas ineficientes. A intensidade da troca de calor por evaporação depende da:

- Diferença na temperatura entre o suíno e o ambiente;
- Umidade relativa do ambiente.

A troca de energia por convecção por animal é proporcional à sua área, à diferença de temperatura entre a superfície do animal e o ar sobre a camada limite e o coeficiente de convecção. Segundo Mount (1979), a condução é a forma sensível de transferência de calor que contribui menos no total de calor dissipado do animal para o ambiente.

Bruce e Clark (1979), encontraram que em condições de termoneutralidade as perdas por radiação e por convecção são mais importantes. Quando a temperatura sobe acima da temperatura crítica superior, as perdas de calor latente aumentam com o incremento da temperatura ambiente, podendo, para valores baixos de temperatura ambiente, tornarem-se constantes.

No fluxo de calor latente, as formas conhecidas de troca são a condensação e a evaporação, cujos fluxos são causados por gradientes de pressão de vapor. Quando o suíno está em um ambiente com a temperatura elevada, as formas latentes de troca de calor são acionadas. Essas formas são de fundamental importância, uma vez que as formas sensíveis deixam de ser efetivadas no balanço homeotérmico à medida que a temperatura ambiente se aproxima da corporal. Segundo Rosenberg et al. (1983), as formas latentes de troca de calor constituem o principal mecanismo de dissipação de energia em ambientes quentes, sendo este processo muito importante para os homeotermos na prevenção da hipertermia.

Nos suínos, o principal meio de perda de calor latente é via evaporação da água, através do aparelho respiratório, pois a perda de calor através da vaporização do suor na pele é insignificante.

As perdas de calor sensível dependem fundamentalmente do gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente, a medida que estas temperaturas se aproximam por

aumento da temperatura ambiente, o fluxo de calor sensível vai diminuindo. O animal no intuito de aumentar as suas perdas de calor, para manter sua temperatura corporal constante, passa a utilizar as vias evaporativas de perda de calor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os suínos em geral possuem a habilidade de dissipar o calor interno por condução através da pele. O banho de lama ajuda a reduzir a temperatura e curiosamente costuma ser mais refrescante do que um mergulho em água fria, pois a água na lama evapora mais lentamente do corpo, permitindo que o animal colha os benefícios da evaporação por mais tempo. Além da regulação térmica o banho de lama serve para ajudar a proteger a pele de queimaduras solares, pois se transforma em uma barreira contra o sol, especialmente em estações mais secas.

Segundo Curtis (1983), as perdas de calor do suíno para o meio ambiente são mais prolongadas quando sua pele está coberta de lama ao invés de somente água. Yousef (1985), comparando o efeito de lama e água, verificou que após a aplicação de água nos suínos, a perda por evaporação aumentou consideravelmente e obteve um nível de transpiração elevado, mas, o efeito só permaneceu por 15 minutos. No entanto, após a pele estar lambuzada de lama, o processo evaporativo continuou durante aproximadamente 2 horas.

Então a partir do estudo realizado, temos então que a melhor compreensão das interações entre o ambiente e os animais, refletidas no seu comportamento e bem-estar propiciam a definição de estratégias para minimizar os efeitos do clima sobre os animais e que alguns hábitos desses animais como rolar na lama são na verdade uma forma de transferência de calor.

A natureza se torna cada vez mais surpreendente com o passar do tempo. Conforme os ramos da Ciência se aprimoram em termos de conhecimento, fenômenos naturais podem ser detalhadamente estudados e apreciados. Após analisar esses fenômenos tendo por base conhecimentos obtidos ao decorrer do curso e consultas ao trabalho de pesquisadores especialistas, podemos concluir que a natureza se utiliza de pura Física para solucionar seus problemas e isso se dá sempre da maneira mais eficiente. Inspirados pelos fenômenos naturais, cientistas e engenheiros podem solucionar problemas encontrados nas áreas tecnológicas por imitar os caminhos encontrados pela natureza.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. DE.; ABREU, V. M. N. Conforto térmico para aves. Comunicado técnico 365. Concórdia: Embrapa Aves e Suínos, 2004.
- BEAR, Mark F.; PARADISO, Michael A.; CONNORS, Barry W. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 974 p.
- Bridi, A. M. Adaptação e aclimação animal. 2010b. 15p. Disponível em: <www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf> . Acesso em: 01 dez. 2022.
- BRUCE, J. M.; CLARK, J.J. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Animal Production*, v.28, p.363-369. 1979.
- CHASSOT, A. I. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- CURTIS, S.E.; Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.
- DELATORRE, PLINIO. Biofísica para Ciências Biológicas. Editora da UFPB, João Pessoa, 2015. Disponível em: http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/novos/biofisica.pdf
- DIAS, C. P.; SILVA, C. A. DE.; MANTECA, X. Bem-estar dos suínos. 2ª ed. Londrina: Editora Midiograf, 2016.
- ECHER, I.C. A revisão de literatura na construção do trabalho científico. Apostila. UFRGS. Porto Alegre, 199-
- EMBRAPA. PRODUÇÃO SUINOS. Embrapa Suínos e Aves Sistema de Produção, 1 ISSN 1678-8850 Versão Eletrônica Jul./2003. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/index.html>. Acesso em: 24 dez. 2022.
- HANNAS, M.I.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Efeito da temperatura ambiente sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, 1999: 226.
- INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P.; Fundamentals of heat and mass transfer, John Willey & Sons, 1990. p. 511
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos metodologia científica. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- LUCKE CB et al. 2010. Abate Humanitário de Suínos. Rio de Janeiro: WSPA. 132p.
- MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 16., 2005, Rio de Janeiro. Disponível em: . Acesso em: 06 set. 2018.



MOSTAÇO, G. M. et al. Determination of piglets' rectal temperature and respiratory rate through skin surface temperature under climatic chamber conditions. *Rev Eng Agríc (Brasil)*, 2015; 35 (6): 979-989.

MOUNT, L.E.; *Adaptation to thermal environment- man and his productive animals*. Baltimore, Maryland, University Park Press, 1979. p. 333.

REECE, W.O. Temperatura corporal e sua regulação. In: REECE. Dukes, *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 13. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Cap.14. 144-149.

ROSENBERG, N.J.; *The biological environment*. New York, Wiley-Interscience Publication, 1983. p. 495

SILVA, C. C.; Matos, R. A. F.; LONGHIN, S. R.. Estudo da contribuição do ensino de química para as concepções socioambientais dos alunos do 2º ano do ensino médio da rede pública de ensino. 2018. Exame de qualificação (Mestrando em Mestrado Profissional em Educação para Ciências e) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

STEIN-BARANA, A. C. M.. *Os Segredos que a Natureza Encerra: Uso de Conceitos e Modelos da Física para Investigar Questões do Mundo Animal* .. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Unesp, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.