



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**TERMORREGULAÇÃO E PRODUÇÃO DE OVOS DE
GALINHAS LABEL ROUGE EM AMBIENTE EQUATORIAL
SEMIÁRIDO**

JOÃO BATISTA FREIRE DE SOUZA JUNIOR

Zootecnista

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Abril – 2014

JOÃO BATISTA FREIRE DE SOUZA JUNIOR

**TERMORREGULAÇÃO E PRODUÇÃO DE OVOS DE
GALINHAS LABEL ROUGE EM AMBIENTE EQUATORIAL
SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Abril – 2014

JOÃO BATISTA FREIRE DE SOUZA JUNIOR

**TERMORREGULAÇÃO E PRODUÇÃO DE OVOS DE
GALINHAS LABEL ROUGE EM AMBIENTE EQUATORIAL
SEMIÁRIDO**

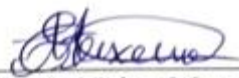
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM: 15/04/2014

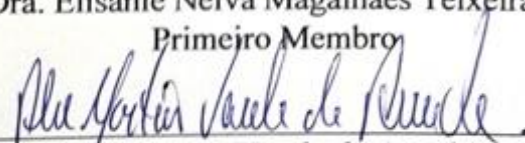
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Janete Gouveia de Souza - UFRN
Presidente



Prof. Dra. Elisanie Neiva Magalhães Teixeira - UFRN
Primeiro Membro



Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda - UFERSA
Segundo Membro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO BATISTA FREIRE DE SOUZA JUNIOR – Nascido no município de Macau-RN no dia 26/08/1985, filho de João Batista Freire de Souza e Ana Maria da Costa Souza, concluiu o ensino médio no Colégio Pequeno Príncipe de Mossoró. Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em 2009.1, onde realizou trabalhos de iniciação científica na área de Biometeorologia, Comportamento e Bem-Estar Animal junto ao Núcleo de Biometeorologia, Biofísica Ambiental e Bem-Estar Animal (NUBBEA) como bolsista PIBIC. É co-autor do trabalho “Cutaneous Evaporation in Different Body Regions of Black and White Holstein Cows in a Tropical Environment”, o qual recebeu o prêmio de melhor trabalho, na área animal, no 18º International Congress of Biometeorology no ano de 2008 em Tokio, Japão. Durante a graduação, também exerceu a função de professor do ensino médio de escolas públicas ministrando as disciplinas de Biologia, Química, Física e Inglês. Em janeiro de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA, vinculando-se ao Núcleo de Estudos em Nutrição de Monogástricos (NENMO) e desenvolvendo a atual dissertação, associando aspectos nutricionais e de ambiência. Tem experiência em estudos sobre ambiência e termorregulação dos animais domésticos, principalmente ruminantes e aves.

Àquele que é o alfa e o ômega, o princípio e o fim, Nome sobre todo nome. Ao meu salvador, que por um alto preço morreu por mim na cruz do calvário: JESUS CRISTO.

Dedico de todo meu coração.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda, pela orientação, atenção e por ter confiado em mim quando já nem eu acreditava.

Aos colegas do NENMO, Aurora, Hiagos e Monik, e do LABBEA, Geovan e Janio, pelo auxílio nas coletas de dados. Sem vocês este estudo não teria sido concluído. Muitíssimo Obrigado!

Ao Prof. Ms. Leonardo Lélis de Macedo Costa pelo fornecimento dos equipamentos e por estar sempre à disposição para ajudar.

À Hérica Girlane Tertulino Domingos, minha colega de trabalho, amiga e irmã! Você foi essencial para o desenvolvimento deste estudo. Obrigado amada!

À minha amada esposa Cheyla Magdala de Sousa Linhares pela paciência comigo nos momentos de aflição e por sua companhia agradável de todos os dias. Amo você!

“A sabedoria é a coisa principal; adquiere, pois a sabedoria, emprega tudo o que possuis na aquisição de entendimento”

Provérbios 4:7

TERMORREGULAÇÃO E PRODUÇÃO DE OVOS DE GALINHAS LABEL ROUGE EM AMBIENTE EQUATORIAL SEMIÁRIDO

SOUZA JR, J. B. F. **Termorregulação e produção de ovos de galinhas Label Rouge em ambiente equatorial semiárido.** 2014. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Reprodução Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar as diferenças regionais na temperatura superficial através de imagens térmicas e o efeito do ambiente semiárido e do tamanho da partícula do milho no desempenho, qualidade do ovo e perda de calor sensível de poedeiras do pescoço pelado. Em Mossoró-RN, 60 galinhas da linhagem Label Rouge em fase de postura foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, onde foram fornecidas rações com diferentes tamanhos da partícula do milho ou diâmetro geométrico médio (*DGM*) de 605 μm , 1030 μm e 2280 μm . As variáveis ambientais foram aferidas no centro do galpão: temperatura do globo negro (T_G) e do ar (T_A), velocidade do vento (U) e umidade relativa (U_R). A temperatura retal (T_R), frequência respiratória (F_R) e temperatura superficial (T_S) foram aferidas em cada ave uma vez por semana. Para a perda de calor sensível, T_R , F_R e T_S a análise de variância foi realizada pelo método dos quadrados mínimos e a comparação de médias para todas as variáveis pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Os resultados mostraram que o *DGM* igual a 2280 μm aumentou o consumo de ração, causando elevação na temperatura corporal e frequência respiratória como resposta à maior produção de calor metabólico. As aves alimentadas com este mesmo *DGM* apresentaram qualidade da casca do ovo inferior. A transferência de calor sensível apresentou-se com um mecanismo de dissipação térmica, onde o aumento nos níveis de radiação e T_A causaram diminuição significativa na perda de calor por radiação, mas a convecção foi elevada em alta T_A devido ao aumento na movimentação do ar. Houve diferença regional na T_S , onde as patas atuaram como janelas térmicas.

Palavras-Chave: perda de calor sensível, termografia infravermelha, qualidade do ovo, galinhas poedeiras de pescoço pelado, semiárido

THERMORREGULATION AND EGG PRODUCTION OF LABEL ROUGE HENS IN AN EQUATORIAL SEMI-ARID ENVIRONMENT

SOUZA JR, J. B. F. **Thermorregulation and egg production of Label Rouge hens in an equatorial semi-arid environment.** 2014. 51f. Thesis (Master's degree In Animal Science: Animal Production and Reproduction) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the effect of corn particle size on performance, egg quality and sensible heat loss, beyond of the regional differences in surface temperature of naked neck laying hens by infrared thermography. In Mossoró-RN, 60 label Rouge chickens in laying stage were distributed in a completely randomized design, where were fed with diets containing different corn particle size or geometric mean diameter (*GMD*) of 605 μm , 1030 μm and 2280 μm . Environmental variables were measured in center of the shed: black globe temperature (T_G) and air (T_A), wind speed (U) and relative humidity (R_H). Rectal temperature (R_T), respiratory rate (R_R) and surface temperature (T_S) were measured in each bird once a week. For sensible heat loss, R_T , R_R and T_S , the analysis of variance was performed by least squares method and comparison of means by Tukey's test ($p < 0.05$). The results showed that the *GMD* 2280 μm increased the feed intake, causing elevation in body temperature and respiratory rate in response to increased metabolic heat production. The hens fed with this same *GMD* showed lower quality eggshell. The sensible heat transfer was, during the study, a heat dissipation mechanism, where the increase in radiation and T_A levels caused significant decrease in heat loss by radiation, but heat loss by convection was high in high T_A due to increased wind speed. There are regional differences in the T_S , where the legs act as thermal windows.

Key words: sensible heat loss, infrared thermograph, egg quality, naked neck laying hens, semi-arid

SUMÁRIO

	Página
1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 TERMORREGULAÇÃO.....	11
1.3 GENE PESCOÇO PELADO (NA).....	14
1.4 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA.....	15
1.5 GRANULOMETRIA DA RAÇÃO.....	16
1.6 OBJETIVOS.....	19
1.6.1 Geral.....	19
1.6.2 Específicos.....	19
1.7 REFERÊNCIAS.....	20
 2 CAPÍTULO 2 – PERDA DE CALOR SENSÍVEL, DESEMPENHO E QUALIDADE DO OVO DE POEDEIRAS LABEL ROUDE ALIMENTADAS COM DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS DO MILHO EM UM AMBIENTE EQUATORIAL SEMIÁRIDO.....	 26
2.1 RESUMO.....	26
2.2 INTRODUÇÃO.....	27
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.3.1 Local e animais.....	28
2.3.2 Desempenho e qualidade do ovo.....	28
2.3.3 Respostas fisiológicas.....	29
2.3.4 Variáveis ambientais.....	30
2.3.5 Transferência de calor sensível.....	30
2.3.6 Análise estatística.....	31
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
2.5 CONCLUSÕES.....	38
2.6 REFERÊNCIAS.....	39
 3 CAPÍTULO 3 – DIFERENÇAS REGIONAIS NA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE GALINHAS POEDEIRAS DE PESCOÇO PELADO EM UM AMBIENTE EQUATORIAL SEMIÁRIDO.....	 44
3.1 RESUMO.....	44
3.2 INTRODUÇÃO.....	45
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.3.1 Local e animais.....	45
3.3.2 Variáveis ambientais.....	45
3.3.3 Termografia infravermelha.....	46
3.3.4 Análise estatística.....	47
3.4 RESULTADOS.....	47
3.5 DISCUSSÃO.....	49
3.6 CONCLUSÕES.....	51
3.6 REFERÊNCIAS.....	52

1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil apresenta condições ambientais adversas para a produção animal. Isto se dá, principalmente, devido a altos níveis de radiação solar e elevadas temperaturas (SILVA et al. 2013) . Neste tipo de ambiente, animais de interesse zootécnico, principalmente aves, não conseguem manter-se em equilíbrio térmico com o ambiente. Isso faz com que alterações fisiológicas e comportamentais resultem em desempenho reduzido de animais com alto potencial genético.

Neste contexto, a utilização de galinhas de pescoço pelado foi identificada como uma alternativa para reduzir estes efeitos negativos, pois o gene de Na garante uma maior tolerância ao calor. Esta maior tolerância ao calor ocorre pela diminuição da massa de penas de até 40 % em galinhas homozigotas (YUNIS; CAHANER 1999). No entanto, estudo recente realizado por Queiroz et al. (2013) relataram os efeitos do ambiente semiárido em frangos de corte de pescoço pelado, incluindo o efeito negativo do ambiente térmico sobre a termorregulação desses animais.

Uma forma de melhorar o desempenho das aves é através do processamento físico dos ingredientes da ração, permitindo um melhor aproveitamento dos nutrientes (FRONTE et al. 2013). Embora a manipulação dietética possa melhorar o desempenho das aves em ambientes quentes, uma dieta com maiores tamanhos de partículas de milho pode causar um aumento da ingestão deste ingrediente em relação aos outros da dieta, particularmente em galinhas não debicadas (SAFAA et al. 2009) . Nesta situação, o calor ganho do consumo de ração, além do calor ganho do ambiente pode afetar negativamente a termorregulação e a qualidade da casca de ovo de galinhas poedeiras.

Até o momento, não existem estudos que abordam a relação entre a forma física da ração e termorregulação em galinhas de pescoço pelado. Neste estudo, a relação entre o tamanho das partículas de milho, medido como diâmetro médio geométrico (DGM), e a termorregulação foi avaliada por meio da observação do efeito do DGM sobre o desempenho, qualidade dos ovos e respostas fisiológicas.

1.2 TERMORREGULAÇÃO

A capacidade de um animal manter a temperatura corporal dentro do intervalo normal depende do equilíbrio entre o calor produzido internamente, o calor ganho do ambiente e a taxa de dissipação do excesso de calor (SILVA, 2008). Nas aves, a dissipação de calor é limitada pela camada de penas e pela ausência de glândulas sudoríparas.

Em frangos e poedeiras saudáveis e bem alimentados em condições de equilíbrio térmico, ou seja, sem dissipação de calor para o ambiente ou ganhando calor a partir do ambiente, a temperatura corporal profunda é geralmente entre 40,5 e 41,5 °C (DAGHIR, 2008). O armazenamento de calor não pode continuar por um longo período de tempo, pois se a temperatura corporal aumentar além do seu limite, as aves podem chegar a óbito. Por outro lado, quando as aves são expostas a ambientes muito frios, as aves tendem a perder calor por diferencial de temperatura para o meio e, ao menos que, sejam alimentadas para produção de calor através do metabolismo, a temperatura corporal vai diminuir até que também cheguem a óbito (GRIGG et al. 2004; IVANOV, 2006). Estas considerações gerais do efeito da temperatura ambiente foram sintetizadas em uma terminologia que é comumente utilizada para discutir a resposta dos animais homeotérmicos a alterações na temperatura ambiente e estão ilustradas na Figura 1.

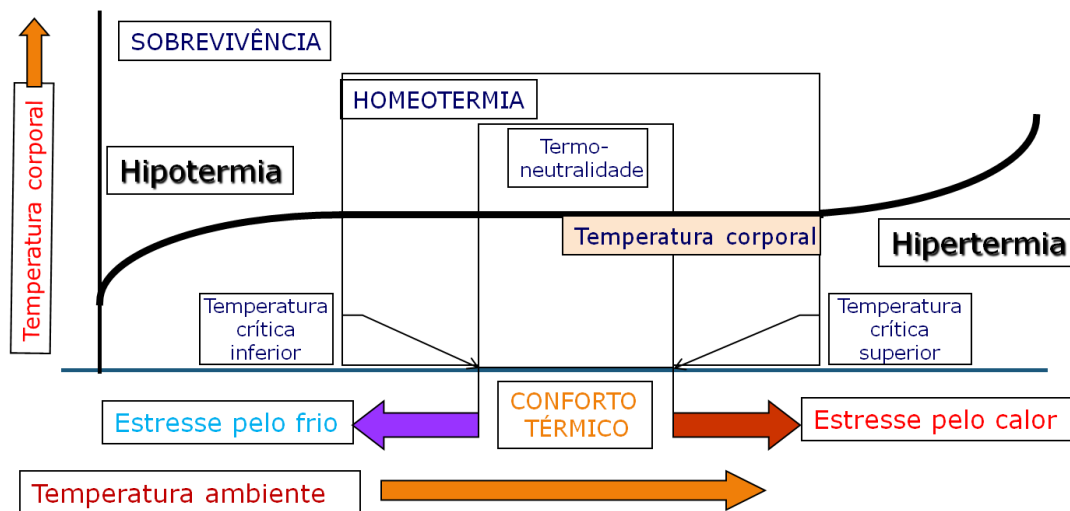


Figura 1 – Diagrama da variação da temperatura corporal em relação ao aumento da temperatura ambiente. Adaptado de Ehrlemark; Sallvik (1996).

Na Figura 1, três zonas de temperatura são apresentadas: termoneutralidade, homeotermia e de sobrevivência, onde a temperatura corporal é aproximadamente uma constante que é mantida ao longo de uma ampla gama de temperaturas ambiente, indicado como a zona de homeotermia (BLIGH; JOHNSON 1973). Ivanov (2006) afirmou que na zona de termoneutralidade, a qual está dentro da zona de homeotermia, a temperatura corporal é

mantida em equilíbrio com a do ambiente sem esforço fisiológico algum. Em situações de conforto térmico os mecanismos sensíveis de transferência térmica (convecção, condução e radiação) são suficientes para manter o equilíbrio térmico e os animais de produção conseguem expressar seu potencial produtivo em seu máximo (SILVA, 2008).

Já na zona de homeotermia, para a temperatura continuar dentro de limites estreitos, há um maior esforço, o qual é representado, em temperaturas ambientes elevadas, pelo acionamento dos mecanismos evaporativos de perda de calor, pois os mecanismos sensíveis já são ineficientes devido à elevada temperatura do ar e podem tornar-se uma via de ganho de calor (Robertshaw, 2006). Quando a temperatura crítica inferior é alcançada, o objetivo não é mais perder calor, mas produzir e manter calor corporal e, nestas condições, o consumo de alimentos eleva-se e alguns comportamentos como a aglomeração de várias aves ocorrem em situações de baixas temperaturas (SILVA, 2008). Além disto, quando as temperaturas críticas superior e inferior são ultrapassadas as aves já não conseguem exercer todo o seu potencial zootécnico.

À medida que a temperatura ambiente se eleva ou diminui ainda mais, a temperatura corporal também aumenta e decresce, pois os mecanismos termorregulatórios (sensíveis e evaporativos) já não são suficientes para manter o equilíbrio térmico (AKIN, 2011). Nesta situação, existem duas alternativas para que as aves possam retornar às condições de equilíbrio: retirá-las do local estressor e/ou modificar o ambiente em que as aves estão inseridas e, esta modificação do ambiente pode ocorrer, por exemplo, através da instalação de um sistema de nebulização em um galpão com o intuito de diminuir a temperatura do ar (SARTOR et al. 2001).

Por dependerem apenas de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal dos animais e o ambiente, os mecanismos sensíveis de perda de calor são os primeiros a ser utilizados (YAHAV et al., 2005). Os mesmos autores afirmam em sua revisão que, em aves, o excesso de calor é dissipado através de regiões anatômicas especializadas onde um aumento do fluxo de sangue ocorre para as superfícies sem a cobertura de penas e são eliminadas para o ambiente por convecção, condução e radiação. O sistema vascular nas pernas e nos pés de muitas aves, incluindo aves domésticas, contém mecanismos de troca de calor (anastomoses arteriovenosas) que facilitam a dissipação de calor através dessas superfícies sem a presença de uma camada de penas (WOLFENSON, 1983). O volume de sangue que flui através da rede arteriovenosa é regulado pelos desvios no sistema vascular (MIDTGARD, 1989).

Quando os mecanismos sensíveis de perda de calor não são suficientes para manter a termorregulação, as aves utilizam os mecanismos evaporativos e a respiração ofegante é uma

das respostas visíveis em aves domésticas durante a exposição ao calor e esta forma especializada de respiração dissipa o calor por meio de arrefecimento evaporativo nas superfícies da boca e vias respiratórias (DAGHIR, 2008).

Galinhas podem começar a ofegar a uma temperatura ambiente de 29 °C (NORTH, 1978), após 60 minutos de exposição a 37 °C e 45% de umidade relativa (WANG et al., 1989) ou quando a temperatura do corpo atinge 42 °C (HILLMAN et al., 1985). A respiração ofegante permite galinhas para aumentar a taxa de evaporação de água de 5 a 18 g/h em resposta a uma mudança na temperatura do ambiente dos 29 aos 35 °C com uma umidade relativa de 50-60% (LEE et al., 1945). No entanto, acredita-se que a uma temperatura ambiente de 32 °C e umidade relativa de 50-60% galinhas atingir a capacidade máxima de perder calor através da evaporação (BARROT; PRINGLE, 1941; WILSON, 1948).

Uma elevada frequência respiratória aumenta a perda de dióxido de carbono dos pulmões, o que leva a uma redução na pressão parcial de dióxido de carbono (WANG et al., 1989), e, assim, bicarbonato no plasma sanguíneo. Por sua vez, a concentração de íons de hidrogênio reduzido provoca um aumento do pH do plasma (MONGIN, 1968; RICHARDS, 1970), uma condição geralmente referida como alcalose. Em galinhas poedeiras, a redução das concentrações plasmáticas de bicarbonato compromete a formação da casca do ovo através da limitação da disponibilidade de carbonato de cálcio (MONGIN, 1968).

A ingestão de alimento e água também são respostas utilizadas pelas aves em situações que necessitem perder ou gerar energia térmica (QUEIROZ et al., 2013). O aumento do consumo de água, quando frangos de corte são expostos à temperatura ambiente elevada (DEYHIM; TEETER, 1991; MAY; LOTT, 1992), e sua sobrevivência em ambiente quente depende do consumo de grandes volumes de água (FOX, 1951). O consumo voluntário de alimento é diminuído em resposta a temperaturas do ar elevadas (QUEIROZ et al., 2013).

O aumento no consumo de água ocorre de imediato e a redução do consumo de alimentos é atrasada em até várias horas depois que as aves estão submetidas a altas temperaturas (MAY; LOTT, 1992). O aumento imediato no consumo de água atende às demandas imediatas de resfriamento evaporativo das superfícies respiratórias e o declínio no consumo de alimentos reduz a contribuição do calor metabólico para a carga total de calor (DAGHIR, 2008). Queiroz et al., (2013) estudando frangos de pescoço pelado em temperaturas de aproximadamente 35 °C não verificaram aumento na ingestão de água em elevadas temperaturas.

1.3 GENE PESCOÇO PELADO (NA)

A utilização de galinhas de pescoço pelado é identificada como uma alternativa para reduzir os efeitos negativos das elevadas temperaturas, garantindo animais que apresentem-se mais tolerantes à elevadas temperaturas (SILVA et al. 2001). O gene dominante para o pescoço pelado (Na) afeta a característica diretamente pela redução da camada de penas, onde o homozigoto (NaNa) reduz a cobertura de penas em cerca de 40% e o heterozigoto reduz cerca de 30% (YUNIS; CAHANER 1999). Conforme descrito por Somes (1988), a camada de penas está ausente na cabeça e pescoço.

Cahaner et al. (1992, 1993) determinaram, em seus experimentos, o efeito do gene Na e seus cruzamentos com uma linhagem de alto desempenho. A temperatura variou entre 31 e 22 °C, o peso dos frangos de corte homozigotos (NaNa) foi maior quando comparados com as aves sem a característica pescoço pelado na sétima semana. Os três genótipos também foram comparados em alta temperatura constante (32 °C) e em uma temperatura mais baixa controlada (23 °C). As aves que continham o gene pescoço pelado cresceram mais rápido, com melhor eficiência alimentar (embora não significativa a 23 °C) e maior rendimento de carne de peito, demonstrando a vantagem do gene Na, mesmo em temperaturas moderadas.

Estudo recente realizado por Queiroz et al. (2013) relatou o efeito negativo do ambiente térmico sobre a termorregulação de frangos de pescoço pelado. Este estudo verificou que os frangos de pescoço pelado alteram seu comportamento quando a temperatura do ar está acima dos 30 °C, com o objetivo de eliminar o excesso de calor que é ganho do ambiente. Os comportamentos mais utilizados por estas aves em elevada temperatura foram o abrir as asas (aumenta a área superficial em contato com o meio para perder calor sensível) e abrir o bico (ofegação para dissipar calor por evaporação respiratória). Nestas mesmas condições a busca por alimento foi baixa e o consumo de água não foi alterado, mesmo em temperaturas superiores a 34 °C.

Uma das linhagens de pescoço pelado que é bastante utilizada no Brasil é a Label Rouge, a qual é considerada por alguns, como uma galinha caipira. Ela foi desenvolvida para evitar a caça ao faisão, na França. A adaptação térmica destas aves às condições tropicais está relacionada com o gene pescoço pelado (Na). Como as aves possuem uma cobertura de penas, a qual funciona como isolante térmico, a dissipação de calor é desfavorecida. Como a linhagem Label Rouge possui uma maior área descoberta de penas, a dissipação de calor é facilitada, levando estas aves a uma maior tolerância ao calor (SILVA et al. 2001).

1.4 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

A termografia de infravermelho é uma técnica não invasiva que determina o perfil térmico de um determinado objeto. Esta técnica permite fazer um mapeamento da temperatura superficial e identificar as diferenças que há entre diferentes partes do objeto. Para isto, são utilizadas câmeras apropriadas que mensuram a radiação de infravermelho que é emitida pela superfície, convertendo em pixels, criando imagens térmicas (BARREIRA; FREITAS, 2007). Estas imagens são denominadas de termogramas, que exibem as diferentes temperaturas de um corpo na forma de gradientes de coloração (escala policromática) ou de tonalidades de cinza (escala monocromáticas), conforme mencionado por Tarpani et al., (2009).

As imagens térmicas têm sido utilizadas na ciência aviária desde a década de 60 e mais de 30 espécies de aves, variando em tamanho de pequenos pássaros até ratitas vem sendo estudadas utilizando esta tecnologia (McCAFFERTY, 2013). A principal vantagem desta técnica é que ela é um método não invasivo sem precisar de contato ao mensurar a temperatura superficial. A termografia tem sido usada com sucesso em pesquisas sobre a fisiologia térmica de espécies em cativeiro, incluindo aves.

A dissipação de calor nas aves é mediada por alterações no fluxo sanguíneo na superfície do corpo. Grande parte da superfície corporal destes animais é coberta por penas, que é de considerável importância em baixas temperaturas, quando a atividade vasomotora é induzida por vasoconstrição. Por conseguinte, a termografia de infravermelho tem sido utilizado em vários organismos (COOK et al., 2006; MONTANHOLI et al., 2008; BOUZIDA et al., 2009; NÄÄS et al., 2010), onde as imagens térmicas estabelecem um mapeamento da temperatura da superfície e permitir que as medições de temperatura sejam não-invasivas.

Com a utilização de imagens térmicas, vários estudos foram realizados com o intuito de utilizar a temperatura da superfície corporal na avaliação das condições de estresse e conforto em aves (NÄÄS et al., 2010; SOUZA JR et al., 2013) e sua associação com características produtivas (CASE et al., 2012). Sob condições de estresse térmico, é possível a associação da variação da temperatura corporal com a ofegação. Outros fatores relevantes da temperatura corporal referem-se às variações com a idade e com o horário do dia das aves (TESSIER et al., 2003).

1.4 GRANULOMETRIA DA RAÇÃO

O tamanho das partículas dos ingredientes destinados à fabricação de rações pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho produtivo dos animais (GODOY,

2009). Ainda segundo o mesmo autor, a redução do tamanho das partículas dos alimentos fornecidos para as aves é uma etapa importante no processo de fabricação de rações e influencia diretamente a qualidade e o custo da ração, sendo o milho e o farelo de soja os principais ingredientes da ração e chegam a representar até 90% da sua composição, os quais influenciam o custo e a granulometria. Gewehr et al. (2011) afirmou que a utilização do tamanho de partícula adequado na formulação de ração é fundamental para o desempenho e redução dos custos de produção, porém, pouco se sabe sobre a aplicação deste aspecto na produção poedeiras.

Atualmente, os estudos sobre granulometria apresentam controvérsias (AMERAH, et al. 2007; SAFAA et al. 2009; GEWERH et al. 2010). Apesar de pesquisas mostrarem que o tamanho de partícula mais fina aumente a superfície de contato para a digestão enzimática, há evidências que o maior tamanho das partículas melhora o desempenho das aves (AMERAH, et al. 2007). Além disto, o efeito da granulometria da ração sobre o desempenho das aves pode variar de acordo com fatores como idade das aves e características físico-químicas da dieta (FRIKHA, et al. 2010). Outro fator importante que é afetado pela granulometria da dieta é a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo, onde a velocidade do trânsito de partículas maiores é mais lenta do que partículas menores (BUENO, 2006).

De acordo com Zanotto e Bellaver (1996) o tamanho das partículas dos ingredientes destinados à fabricação de rações pode afetar a digestibilidade dos nutrientes e, como consequência, a maximização de resposta pelo animal. Os mesmos autores desenvolveram o diâmetro geométrico médio (*DGM*) com o objetivo de se obter uma maior precisão e minimizar os erros na comparação dos resultados entre os estudos.

Um estudo realizado por Zang et al. (2009), apresentou menor consumo médio diário de ração em aves alimentadas com um menor tamanho de partículas na dieta. Fonte et al. (2013), encontraram efeitos negativos sobre o peso corporal dos animais alimentados com partículas finas na ração e nenhuma diferença entre os tamanhos de partículas média e grossa. No estudo de Safaa et al. (2009), um maior consumo de ração foi observado em poedeiras alimentadas com partículas mais grosseiras, em comparação com partículas médias e finas.

Penz e Magro (1998) afirmaram que quando um alimento finamente moído é oferecido às aves que não têm acesso a pedriscos, a moela torna-se flácida e pouco ativa no processo de moagem e mistura do alimento com o suco digestivo. Por outro lado, uma granulometria excessivamente grosseira pode resultar numa preferência e seleção de partículas maiores pelas aves, podendo causar desequilíbrio nutricional na dieta e diminuição da produção (BRUM et al., 1998).

O tamanho das partículas do milho (*DGM* de 1100 a 1700 μm) e do farelo de soja (*DGM* de 700 a 1800 μm) não afetou o desempenho produtivo de codornas alimentadas com ração farelada, durante a fase de postura (LEANDRO et al. 2001), no qual *DGM* é o diâmetro geométrico médio. Já Gewerh et al. (2010) ao estudar diferentes granulometrias de milho para poedeiras semi-pesadas observaram que as características avaliadas (produção de ovos, consumo de ração, gravidade, peso e massa de ovos) não sofreram influência dos diferentes tamanhos da partícula do milho, atribuindo esse resultado ao potencial da moela em realizar de forma eficiente a moagem dos grãos, independente do tamanho de partícula.

Favero (2009) relatou que o tamanho de partículas pode influenciar o consumo de ração, a digestão e a absorção dos alimentos por acarretar alterações no comportamento alimentar e fisiologia digestiva das aves como: atividade enzimática, pH, desenvolvimento e tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal. Avaliações já realizadas sugerem que, o tamanho de partícula dos grãos seja mais crítica em rações fareladas do que em peletizadas e trituradas (PERON et al., 2005). Nesse contexto, Dahlke (2000) observou em seu trabalho que o aumento do *DGM* de 336 para 1102 μm , independente da forma física, aumentou o consumo de ração, ganho de peso e melhorou a conversão alimentar em aves.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Geral

Estudar o efeito do ambiente equatorial semiárido e do tamanho da partícula do milho sobre a produção de ovos e termorregulação de galinhas poedeiras da linhagem Label Rouge.

1.5.2 Específicos

[1] Avaliar o efeito do tamanho da partícula do milho sobre o desempenho e qualidade do ovo de galinhas poedeiras da linhagem Label Rouge em ambiente equatorial semiárido.

[2] Avaliar o efeito do tamanho da partícula do milho sobre as respostas fisiológicas e transferência de calor sensível de galinhas poedeiras da linhagem Label Rouge em ambiente equatorial semiárido.

[3] Estudar o efeito do ambiente equatorial semiárido sobre as respostas fisiológicas e transferência de calor sensível de galinhas poedeiras da linhagem Label Rouge.

[4] Avaliar se há diferenças regionais na temperatura superficial de galinhas poedeiras Label Rouge em ambiente equatorial semiárido com a utilização da termografia infravermelha.

1.6 REFERÊNCIAS

- AKIN, J. A. Homeostatic Processes for Thermoregulation. **Nature Education Knowledge**, v.3, n.10, p.7, 2011.
- AMERAH, A. M. et al. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, v.86, p.2615–2623, 2007.
- BARREIRA, E.; FREITAS, V. P. Evaluation of building materials using infrared thermography. **Construction and Building Materials**, v. 21, p. 218-224, 2007.
- BARROT, H. G.; PRINGLE, E. M. Energy and gaseous metabolism of the hen as affected by temperature. **Journal of Nutrition**, v.22, n.3, p. 273–286, 1941.
- BLIGH, J.; JOHNSON, K. G. Glossary of terms for thermal physiology. **Journal of Applied Physiology**, v.35, n.6, p.941-961, 1973.
- BOUZIDA, N. et al. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal Thermal Biology**, v.34, p.120–126, 2009.
- BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L. **Granulometria do milho em rações fareladas e trituradas para frangos de corte: instrução técnica para o avicultor**. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, p.2, 1998.
- BUENO, F.L. **Efeito da forma física, granulometria (DGM) e adição de óleo em dietas iniciais de frangos de corte**. 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- CAHANER, A.; LEENSTRA, F. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected from high weight gain, favourable feed conversion and high or low fat content. **Poultry Science**, v.71, n.8, p. 1237–1250, 1992.

CAHANER, A.; DEEB, N.; GUTMAN, M. Effects of the plumage reducing Naked Neck (Na) gene on the performance of fast growing broilers at normal and high ambient temperatures. **Poultry Science**, v.72, n.5, p. 767–775, 1993.

CASE, L. A; WOOD, B. J.; MILLER, S. P. Investigation of body surface temperature measured with infrared imaging and its correlation with feed efficiency in the turkey (*Meleagris gallopavo*). **Journal Thermal Biology**, v.37, n.5, p. 397–401, 2012.

COOK, N. J. et al. Assessing feather cover of laying hens by infrared thermography. **Journal Applied Poultry Research**, v.15, p.274–279, 2006.

DAGUIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. Wallingford: CABI Publishing, 2008. 377p.

DAHLKE, F. **Tamanho da partícula de milho e da forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça**. 2000. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Research note: sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects on acid-base balance and plasma corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**, v.70, n.11, p. 2551–2553, 1991.

EHRLEMARK, A.G.; SALLVIK, K.G. A model of heat and moisture dissipation from cattle based on thermal properties. **Transactions of the ASAE.**, v. 39, p. 187-194, 1996.

FAVERO, A. **Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrointestinal de perus**. 2009. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FOX, T. W. Studies on heat tolerance in domestic fowl. **Poultry Science**, v.30, n.3, p. 477–483, 1951.

FRIKHA, M. et al. Influence of the main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and digestive traits of brown-egg laying pullets. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.106-115, 2010.

FRONTE B. et al. Effect of corn particle size and inclusion of organic acid in the diet on growth performance and gastrointestinal structure in young chicks. **Italian Journal of Animal Science**, v.12, p.567–572, 2013.

GEWEHR, C. E.; OLIVEIRA, V.; MIQUELLUTI, D. J. et al. Milho inteiro e moído na alimentação de poedeiras semi-pesadas. **Archives of Veterinary Science**, v.15, n.1, p.36-42, 2010.

GEWEHR, C. E. et al. Milho inteiro e moído em diferentes sistemas de alimentação para poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1429-1436, 2011.

GODOY, H. B. R. **Granulometria de grãos em rações para frangos label rouge**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de veterinária da universidade federal de Goiás. 2009.

GRIGG, G. C. et al. The evolution of endothermy and its diversity in mammals and birds. **Physiological and Biochemical Zoology**, v.77, p.982–997, 2004.

HILLMAN, P. E.; SCOTT, N. R.; VAN TIENHOVEN, A. Physiological responses and adaptations to hot and cold environments. In: YOUSEF, M. K. (Ed.). **Stress Physiology in Livestock**, Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 1–71.

IVANOV, K. P. The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. **Journal of Thermal Biology**, v.31, p.24–29, 2006.

LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H. Marcos Barcellos CAFÉ, M. B.; ORSINE, G. F.; ROCHA, A. C. Efeito da Granulometria do Milho e do Farelo de Soja sobre o Desempenho de Codornas Japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p. 1266-1271, 2001.

LEE, D. H. et al. Poultry husbandry in hot climates – experimental enquiries. **Poultry Science**, v.24, n.3, 195–207, 1945.

MAY, J. D.; Lott, B. D. Feed consumption patterns of broilers at high environmental temperatures. **Poultry Science**, v.71, n.2, p. 331–336, 1992.

McCAFFERTY, D. J. Applications of thermal imaging in avian science. **Ibis**, v.155, n.1, p. 4–15, 2013.

MIDTGARD, U. (1989) Circulatory adaptations to cold in birds. In: BECH, C.; REINERTSEN, R. E. (Ed.). **Physiology of Cold Adaptation in Birds**. Nova Iorque: Plenum Press, 1989. p. 211–222.

MONGIN, P. E. Role of acid-base balance in the physiology of egg-shell formation. **World's Poultry Science Journal**, v.24, n.3, 200–230, 1968.

MONTANHOLI, Y. R. et al. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal Thermal. Biology**, v.33, p.468–475, 2008.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P. (2010) Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v.67, n.5, p. 497–502, 2010.

NORTH, M. O. **Commercial Chicken Production Manual**. Westport: AVI Publishing Company, 1978.

PENZ, A.M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: Aspectos fisiológicos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 1998. 1 – 12.

PERON, A.; BASTIANELLI, D.; OURY, F.X.; GOMEZ, J.; CARRE, B. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broiler fed on a pelleted diet. **British Poultry Science**, v.46, n.2, p.223–230, 2005.

QUEIROZ, J. P. A. F. Daily variations in the thermoregulatory behaviors of naked neck broilers in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, 2013. doi:10.1007/s00484-013-0721-4

RICHARDS, S. A. Physiology of thermal panting in birds. **Annals of Biology, Animal Biophysics**, v.10, n. 2, p. 151–168, 1970.

ROBERTSHAW, D. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. **Journal of Applied Physiology**, v.101, p.664–668, 2006.

SAFAA, H. M. et al. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brow egg laying hens in early phase of production. **Poultry Science**, v.88, p.608–614, 2009.

SARTOR, V. et al . Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, 2001 .

SILVA, M. A. N. et al. Resistência ao estresse calórico em frangos de pescoço pelado. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, n.1, v.3, p. 27-33, 2001.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**. Funep, Jaboticabal, 2008.

SILVA, J. J. F. C. et al. Evaporação cutânea e respostas fisiológicas de caprinos Canindé em ambiente equatorial semiárido. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.1, p.13–16, 2013.

SOMES, R. G. (1988) **International registry of poultry genetic stocks**. Bulletin 476, Storrs Agricultural Experiment Station, University of Connecticut, Storrs.

SOUZA JR, J.B.F. et al. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.2, p.61-64, 2013.

TARPANI, J. R. Inspeção termográfica de danos por impacto em laminados de matriz polimérica reforçados por fibras de carbono. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 4, p. 318-328, 2009.

TESSIER, M. Abdominal Skin Temperature Variation in Healthy Broiler Chickens as Determined by Thermography. **Poultry Science**, n. 82, p. 846 – 849, 2003.

WANG, S. Effect of heat stress on plasma levels of arginine vasotocin and mesotocin in domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.93, n.4, 721–724, 1989.

WILSON, W. O. Some effects of increasing environmental temperatures on pullets. **Poultry Science**, v.27, n.6, p. 813–817, 1948.

WOLFENSON, D. Blood flow through arteriovenous anastomoses and its thermal function in the laying hens. **Journal of Physiology**, v.334, p.395–407, 1983.

YUNIS, R.; CAHANER, A. The effects of naked-neck (Na) and frizzle (F) genes on growth and meat yield of broilers, and their interactions with ambient temperatures and potential growth rate. **Poultry Science**, v.78; n.10, p. 1347–1352, 1999.

YAHAV, S. et al. Sensible heat loss: The broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, v.61, p.419-434, 2005.

ZANOTTO D. L.; BELLAVER, C. (1996) Método de determinação da granulometria de ingredientes em rações de suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p.1-5, (Comunicado Técnico, 215), 1996.

ZHANG, G. H. et al. Sediment transport and soil detachment on steep slopes: I. Transport capacity estimation. **Soil Science Society of America Journal**, v.73, n.4, p.1291-1297, 2009.

2 CAPÍTULO 2 - PERDA DE CALOR SENSÍVEL, DESEMPENHO E QUALIDADE DO OVO DE GALINHAS LABEL ROUGE ALIMENTADAS COM DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS DO MILHO EM AMBIENTE EQUATORIAL SEMIÁRIDO

2.1 RESUMO

Este estudo objetivou avaliar o efeito do ambiente equatorial semiárido e do tamanho da partícula do milho sobre o desempenho, qualidade do ovo e perda de calor sensível de poedeiras do pescoço pelado. Em Mossoró, RN, Brasil, 60 galinhas da linhagem Label Rouge em fase de postura foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado dividido em três tratamentos, onde foram fornecidas rações com diferentes tamanhos da partícula do milho ou diâmetro geométrico médio (DGM) de 605 μm , 1030 μm e 2280 μm . As variáveis ambientais foram aferidas no centro do galpão: temperatura do globo negro (T_G) e do ar (T_A), velocidade do vento (U) e umidade relativa (U_R), além da temperatura radiante média (T_{RM}) e carga térmica radiante (C_{TR}), as quais foram estimada a partir das variáveis ambientais. A temperatura retal (T_R) e da superfície corporal (T_S), além da frequência respiratória (F_R) foram aferidas em cada ave uma vez por semana. Para a perda de calor sensível e respostas fisiológicas, a análise de variância foi realizada pelo método dos quadrados mínimos e a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0.05$). Os resultados mostraram que as aves alimentadas com o DGM igual a 2280 μm apresentaram maior consumo de ração, o que causou elevação na temperatura corporal e frequência respiratória como resposta a maior produção de calor metabólico. As aves alimentadas com este mesmo DGM apresentaram qualidade da casca do ovo inferior. A transferência de calor sensível foi, durante o estudo, um mecanismo de perda de calor, onde o aumento nos níveis de radiação e T_A causaram diminuição significativa na perda de calor por radiação, mas a convecção apresentou-se elevada em alta T_A devido ao aumento na movimentação do ar.

Palavras-chave: Label Rouge; produção de ovos; qualidade do ovo; tamanho de partícula do milho, perda de calor sensível, semiárido

2.2 INTRODUÇÃO

A produção de mais de 70% dos ovos exportados tem origem nos estados da região Sul do Brasil (UBABEF, 2011), a qual é caracterizada por sazonalidade bem definida e instalações mais tecnificadas. No entanto, um dos maiores entraves para a produção de ovos na região equatorial semiárida são as condições climáticas adversas, onde as altas temperaturas e índices de radiação solar direta são os principais fatores. Silva et al. (2010) encontraram níveis de radiação acima de 1000 W m^{-2} nas horas mais quentes do dia (entre 10h e 14h). Esta situação se agrava ainda mais no período seco do ano, representando um obstáculo à atividade avícola e seus efeitos na produção são economicamente significativos, já que podem afetar a produção e a qualidade dos ovos (JÁCOME et al., 2007; TRINDADE et al., 2007).

O estresse térmico em aves de postura provoca diminuição no consumo de ração, alterações na conversão alimentar, baixa taxa de crescimento, elevação na ingestão de água, queda na produção e qualidade dos ovos (SILVA et al., 2005), além de aumento na temperatura corporal e frequência respiratória. Nestas condições, os mecanismos não evaporativos de transferência térmica, convecção e radiação, podem tornar-se mecanismos de ganho de calor, pois dependem diretamente do gradiente de temperatura entre animal e ambiente (GEBREMEDHIN et al., 2001; SILVA, 2000).

Outro fator importante a ser levado em consideração na produção de aves em ambientes quentes é o correto fornecimento dos alimentos. A redução do tamanho da partícula dos alimentos constitui-se em etapa importante na fabricação de rações, influenciando o desempenho produtivo e o custo do produto final. A definição do diâmetro geométrico médio (DGM) a ser utilizado pode influenciar o gasto de energia elétrica e o rendimento na moagem, bem como, o consumo de ração e a digestibilidade dos nutrientes.

Muitos estudos sobre a granulometria da ração são encontrados na literatura, onde o melhor desempenho é favorecido com a utilização de partículas mais grosseiras (DAHLKE, et al., 2001; LÓPEZ E BAIÃO, 2004; SUREK et al., 2008). No entanto, as relações entre tamanho da partícula do milho, desempenho produtivo, ambiente térmico e perda de calor sensível em galinhas poedeiras de pescoço pelado precisam ser estudadas, principalmente na região semiárida do Brasil.

Assim, objetivou-se estudar o efeito do ambiente equatorial semiárido e do tamanho da partícula do milho sobre a perda de calor sensível, desempenho e qualidade do ovo de galinhas poedeiras do pescoço pelado.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Local e Animais

O estudo foi realizado no setor produtivo de aves da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada em Mossoró/RN (latitude 05°11'S, longitude 37°22'W e altitude de 16 m). Foram utilizadas aves da linhagem Aves Label Rouge alojadas em galpões experimentais (L: 4,0m x C: 18,0m x A: 2,5m), individualmente em gaiolas de arame galvanizado (0,50mx0,45mx0,40m), dispostas em linha com comedouro do tipo calha em chapa galvanizada, bebedouros do tipo nipple e aparador de ovos.

Após a 20ª semana, 60 aves foram selecionadas pela uniformidade em peso corporal para avaliar a produção e qualidade dos ovos entre 24 e 40 semanas de idade. As rações fareladas e isonutritivas foram elaboradas seguindo recomendações de Rostagno (2005) para poedeiras semi-pesadas (Tabela 1). Os tratamentos consistiram em diferentes tamanhos da partícula do milho, processado em moinho de martelos com peneiras de 2 mm (fina), de 4 mm (média) e de 8 mm (grossa). A granulometria ou diâmetro geométrico médio (*DGM*) do milho grão desintegrado nestas peneiras foi determinado em granulômetro, conforme Zanotto e Bellaver (1996), propiciando valores de 605 µm, 1030 µm e 2280 µm.

2.3.2 Desempenho e qualidade do ovo

O fornecimento de ração (140 g/ave/dia) ocorreu duas vezes ao dia (7 e 16 h) e as sobras da ração foram pesadas para obtenção dos valores de consumo de alimento (*CR*, g/ave/d) e conversão alimentar (*CA*, g/g). Além do *CR* e *CA*, a taxa de postura (*TP*, %), o peso dos ovos (*PO*, g/un) e a massa de ovos (*MO*, g/ave/d) foram avaliados como índices de desempenho. A produção de ovos foi registrada diariamente, onde os ovos coletados em três dias consecutivos (semanalmente) eram identificados e pesados para avaliação da qualidade. A qualidade dos ovos foi baseada no peso de gema (*GEM*, g), peso de albúmen (*ALB*, g), peso de casca (*CASC*, g), espessura de casca (*ESP*, mm) e coloração da gema (*COR*).

A *TP* foi obtida através do registro diário de produção de ovos por ave e no final do período experimental foi calculada a percentagem de postura para cada tratamento. O *PO* foi calculado dividindo-se o peso total dos ovos pelo número de ovos. A *MO* foi obtida multiplicando-se o *PO* pelo número de ovos produzidos e dividindo pelo o número de dias do

período. O *CR* foi determinado através da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras. O resultado foi dividido pelo número de aves e pelo número de dias. A *CA* foi calculada dividindo-se a *CR* pela *MO* em cada período.

A gema e albúmen foram separados e pesados em balança de precisão. As cascas foram lavadas com o cuidado de preservar a membrana interna e levadas para estufa de circulação forçada de ar para secar durante 24 horas a 55°C. Após este período as cascas foram pesadas. A *ESP* foi medida com paquímetro digital em três pontos da região equatorial do ovo, sendo obtida a média. Já a análise da *COR* foi realizada com a utilização de um leque colorimétrico (padrão ROCHE) em uma escala de 1 a 15.

Tabela 1 Fórmula percentual de ingredientes e composição nutricional da ração para poedeiras Label Rouge.

Ingredientes (kg)	Ração Basal
Milho grão*	62,00
Farelo de soja	27,00
Calcário calcítico	8,00
Fosfato bicálcico	2,00
Sal comum	0,40
Suplemento vitamínico ¹	0,30
Suplemento mineral ²	0,30
Nutrientes (%)	
Matéria Seca	87,90
Cálcio	3,65
Fósforo Disponível	0,67
Extrato Etéreo	2,69
Fibra Detergente Neutro	11,30
Fibra em Detergente Ácido	4,39
Proteína Bruta	17,40
Energia Metabolizável Aparente (kcal/kg)	2674,0

*Milho grão moído em diferentes tamanhos de partícula do milho;

1 - níveis de garantia por kg do produto: vitamina A 10.000.000 UI, vitamina D 2.000.000 UI, vitamina E 30.000 UI, vitamina K 3,0 g, tiamina 2,0 g, riboflavina 2,0 g, piridoxina 6,0 g, cobalamina 1,5 g, ácido pantotênico 12 g, ácido fólico 1,0 g, biotina 1,0 g, niacina 50 g;

2 - níveis de garantia por kg do produto: cobre 20 g, ferro 100 g, selênio 0,25 g, iodo 2,0 g, manganês 160 g, zinco 100 g, veículo q.s.p.

2.3.3 Respostas Fisiológicas

As aferições foram realizadas uma vez por semana, entre 32 e 35 semanas de idade, com início às 7 h. A temperatura retal (T_R , °C) foi aferida utilizando um sensor de temperatura PT-100 classe A inserido ± 3 cm na cloaca das aves, o qual é conectado a um termômetro (SALVTERM). A frequência respiratória (F_R , resp. min.⁻¹) foi aferida através da observação

dos movimentos respiratórios no período de um minuto. Já a temperatura superficial (T_s , °C) foi aferida através da obtenção de imagens térmicas utilizando uma câmera termográfica portátil (ThermaCAM® b60, Flir Systems) calibrada para as condições de temperatura ambiente e emissividade = 0,98.

2.3.4 Variáveis ambientais

Simultaneamente às aferições das respostas fisiológicas, a temperatura do ar (T_A , °C) e umidade relativa do ar (U_R , %) foram aferidas através de um termohigrômetro digital (Instrutherm, HT-300, São Paulo, Brasil). A T_A foi dividida em três classes: Classe 1 (24,0°C à 26,0°C), Classe 2 (26,1°C à 28,9°C) e Classe 3 (29,0°C à 31,0°C). A velocidade do ar (U , m s⁻¹) foi aferida com um anemômetro de fio quente (Lutron, YK-2005AH, Kolkata, Índia). Já a temperatura radiante média (T_{RM} , °C) foi estimada a partir dos dados de T_A , U e da temperatura de um globo negro (T_G , °C), a qual foi aferida com a ponta de prova de um sensor (Termopar tipo K) plugado em um termômetro digital (Minipa, MT-600, São Paulo, Brasil) e inserida no centro do globo. Estes equipamentos foram instalados no centro do galpão onde as aves foram avaliadas. A T_{RM} foi estimada utilizando a equação proposta por Silva (2000):

$$T_{RM} = \left[\frac{h_G (T_G - T_A) + \varepsilon_G \sigma T_G^4}{\varepsilon_G \sigma} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

onde $\varepsilon_G = 0,95$ é a emissividade do globo negro, T_G (K) é a temperatura do globo negro, $\sigma = 5,67051 \times 10^{-8}$ W m⁻² K⁻⁴ é a constante de Stefan-Boltzman e h_G (W m⁻² K⁻¹) é o coeficiente de convecção do globo negro.

2.3.5 Transferência de calor sensível

A taxa de fluxo de calor de convectivo na superfície corporal para o ar da vizinhança foi determinada pela equação (SILVA 2000; TURNPENNY et al. 2000ab):

$$H_C = \frac{\rho C_p}{r_C} (T_s - T_A) \quad (2)$$

onde T_A e T_S (K) é a temperatura do ar e da superfície corporal, respectivamente, enquanto r_C ($s\ m^{-1}$) é a resistência da camada limite a transferência de calor por convecção:

$$r_C = \frac{\rho C_p d_b}{k N_U} \quad (3)$$

em que ρ ($g\ m^{-3}$) é a densidade, C_p ($J\ g^{-1}\ K^{-1}$) o calor específico, e k ($W\ m^{-1}\ K^{-1}$) a condutividade térmica do ar calculadas de acordo com Silva (2000). A equação seguinte foi utilizada para calcular a troca de calor através da radiação de ondas longas entre a superfície corporal e o ambiente:

$$H_R = \frac{\rho C_p}{r_R} (T_S - T_{RM}) \quad (4)$$

sendo r_R ($s\ m^{-1}$) é a resistência da camada de limite a transferência de calor por radiação:

$$r_R = \frac{\rho C_p}{4 \varepsilon_S \sigma T_M^3} \quad (5)$$

onde T_M (K) = $0,5 (T_S + T_{RM})$, $\varepsilon_S=0,98$ é a emissividade do tecido biológico e $\sigma=5.67051 \times 10^{-8}\ W\ m^{-2}\ K^{-4}$ é a constante de Stefan-Boltzmann.

2.3.6 Análise Estatística

Para os dados de desempenho e qualidade dos ovos, os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado e a comparação de médias foram realizadas pelo teste de Tukey-Kramer ($p<0,05$). Para T_R , F_R , T_S , H_C e H_R , a análise de variância foi realizada pelo método dos quadrados mínimos para dados não-balanceados (SILVA, 1993), onde as médias estimadas foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer ($p<0,05$ e todas as análises foram realizadas utilizando o software SAS (SAS Institute, Cary, NC). O modelo estatístico utilizado está descrito a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + D_{GM\ i} + CL_j + I_{ij} + e_{ijk} \quad (6)$$

onde Y_{ijk} é a k -ésima observação da T_R , F_R , T_S , H_C e H_R medida na ave alimentada com o i -ésimo DGM e na j -ésima classe de T_A . DGM_i é o efeito fixo do i -ésimo DGM ($i = 1, \dots, 3$); CL_j é o efeito fixo da j -ésima classe de T_A ($j = 1, \dots, 3$); I_{ij} é o efeito da interação entre o i -ésimo DGM com a j -ésima classe de T_A ; e_{ijk} é o efeito residual que inclui todas as demais fontes de variação não consideradas no modelo; μ é a média geral.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância do delineamento inteiramente casualizado apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) do DGM do milho sobre o consumo de ração (Tabela 2a), cor da gema, peso e espessura da casca (Tabela 2b). Já a ANOVA realizada pelo método dos quadrados mínimos (Tabela 2c), apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) do DGM do milho apenas sobre T_R e F_R . Já a classe de T_A apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) sobre T_R , T_S , H_C e H_R . A interação entre estes dois efeitos não apresentou significância estatística.

Tabela 2a Resumo da análise de variância do desempenho de galinhas poedeiras de pescoço pelado alimentadas com diferentes DGM do milho no semiárido.

FV	GL	Qm				
		CR	TP	PO	MO	CA
DGM	2	135,0445*	59,5915	1,6733	11,8759	0,0365
Resíduo	57	38,4367	36,3586	2,3224	8,9907	0,0563

* $P < 0,05$

Tabela 2b Resumo da análise de variância da qualidade dos ovos de galinhas poedeiras de pescoço pelado alimentadas com diferentes DGM do milho no semiárido.

FV	GL	Qm				
		ESP	CASC	GEM	ALB	GEM
DGM	2	0,0005*	0,1780*	0,6948	0,0019	0,8667*
Resíduo	57	0,0001	0,0463	0,3010	1,6928	0,2326

* $P < 0,05$

Tabela 2c Resumo da análise de variância da T_R , F_R , T_S , H_C e H_R em galinhas poedeiras de pescoço pelado alimentadas com diferentes DGM do milho em ambiente semiárido.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>Qm</i>				
		T_R	F_R	T_S	H_C	H_R
<i>DGM</i>	2	1,4535**	2955,1173**	6,3121	184,9803	689,3608
Classe de T_A	2	0,5164**	107,8617	296,8962**	4700,4114**	13213,7287**
<i>DGM</i> x Classe de T_A	4	0,1132	41,8617	17,3417	238,2661	411,5059
Resíduo	55	0,0508	50,4781	12,5517	517,4907	488,9494

**P<0,01

As médias e seus respectivos erros padrões, além dos valores máximos e mínimos das variáveis ambientais observadas durante o estudo estão apresentados na Tabela 3. A T_A , com média igual a 27,71°C, apresentou um gradiente de 6,00°C em seus valores. A U_R apresentou valores elevados durante o estudo, com um valor mínimo de apenas 67,70%. A C_{TR} apresentou valores pouco expressivos com um valor máximo de apenas 505,71 W m⁻². Já a U , não ultrapassou os 1,5 m.s⁻¹, onde na maioria das aferições a movimentação do ar foi nula.

Tabela 3 Estatísticas descritivas das variáveis ambientais observadas durante o estudo.

Variável	Média	Máximo	Mínimo
T_A (°C)	27,71±0,09	31,00	24,00
U_R (%)	83,34±0,38	95,00	67,70
V_V (m s ⁻¹)	0,84±0,04	1,50	0,00
C_{TR} (W m ⁻²)	478,00±0,71	505,71	446,89

Na Tabela 4, nota-se que o consumo de ração foi influenciado significativamente (P<0,05) pelo DGM do milho, onde foi verificado maior valor com DGM 2280 µm e menor com DGM 605 µm. Em concordância com Safaa et al. (2009), tal comportamento ingestivo relaciona-se à seletividade na apreensão do alimento pelas aves adultas, especialmente quando não debicadas. Para desempenho produtivo não foram observadas diferenças estatísticas para os tamanhos de partícula do milho nas rações, no entanto, em termos absolutos, nota-se

discreta melhora na taxa de postura e na massa de ovos com *DGM* 2280 μm , e similar tendência para peso dos ovos e para conversão alimentar com *DGM* 1030 μm . Nir et al. (1994), verificaram melhor desempenho em frangos de corte com *DGM* do milho entre 1200 e 2050 μm , o qual propiciaria economia de energia elétrica, aumento no rendimento de moagem, benefícios no tempo de retenção e digestão intestinal.

Tabela 4 Médias dos parâmetros quantitativos e qualitativos da produção de ovos de galinhas poedeiras de pescoço pelado alimentadas com diferentes tamanhos de partículas do milho no semiárido.

Índices Produtivos	<i>DGM</i> (μm)		
	605	1030	2280
<i>CR</i> (g/ave/d)	117,05 $\pm$ 0,64 ^b	118,24 $\pm$ 0,59 ^{ab}	122,03 $\pm$ 0,57 ^a
<i>TP</i> (%)	64,42 $\pm$ 0,50	66,33 $\pm$ 0,51	67,86 $\pm$ 0,72
<i>PO</i> (g/un)	56,67 $\pm$ 0,14	56,90 $\pm$ 0,14	56,33 $\pm$ 0,17
<i>MO</i> (g/ave/d)	31,29 $\pm$ 0,25	32,28 $\pm$ 0,27	32,80 $\pm$ 0,34
<i>CA</i> (g/g)	3,75 $\pm$ 0,02	3,68 $\pm$ 0,02	3,74 $\pm$ 0,03
<i>ESP</i> (mm)	0,367 $\pm$ 0,0009 ^{ab}	0,370 $\pm$ 0,001 ^a	0,361 $\pm$ 0,006 ^b
<i>CASC</i> (g/un)	5,35 $\pm$ 0,02 ^{ab}	5,43 $\pm$ 0,02 ^a	5,25 $\pm$ 0,02 ^b
<i>ALB</i> (g/un)	36,99 $\pm$ 0,10	37,01 $\pm$ 0,14	36,99 $\pm$ 0,14
<i>GEM</i> (g/un)	14,32 $\pm$ 0,06	14,46 $\pm$ 0,04	14,09 $\pm$ 0,06
<i>COR</i> *	6,70 $\pm$ 0,05 ^a	6,40 $\pm$ 0,04 ^{ab}	6,30 $\pm$ 0,05 ^b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

* Análise em escala colorimétrica (1-15).

A cor da gema, o peso e a espessura da casca dos ovos foram influenciados significativamente ($P < 0,05$) pelo *DGM* do milho. Uma maior pigmentação da gema foi verificada com *DGM* do milho de 605 μm , sendo possível à maior eficiência de absorção de zeacaroteno pelas aves.

T_S , H_C e H_R não apresentaram diferença significativa entre os diferentes *DGM* (Tabela 5). A T_R e F_R , as quais apresentaram diferença estatística entre os *DGM* do milho ($P < 0,05$), com médias mais elevadas em *DGM* 2280 μm (40,84°C e 53,15 resp.min.⁻¹, respectivamente) diferindo das médias encontradas nos *DGM* 605 μm e *DGM* 1030 μm , os quais não diferiram entre si. A elevação no consumo de alimento promove um aumento na produção de calor metabólico (neste caso a termogênese é induzida pela ingestão de alimento) que causa

elevação na temperatura corporal representada, neste estudo, pela T_R . Entretanto, as aves do presente estudo conseguiram manter a temperatura média interna dentro do limite considerado normal para uma ave adulta, o qual está entre 40 e 41°C (CURTIS, 1983).

É interessante observar a causa do aumento da produção de calor endógeno, o qual não foi gerado por uma situação de estresse pelo frio, mas pela seletividade na preensão do alimento pelas aves adultas, especialmente quando não debicadas, conforme foi descrito por Safaa et al. (2009). Como resposta à elevação na temperatura corporal, as galinhas estudadas elevaram a F_R em, aproximadamente, 10 resp.min.⁻¹ com o objetivo de eliminar o excesso de calor por evaporação respiratória. Os resultados de Furlan et al. (1999) e Silva et al. (2001) corroboram com os deste estudo, onde o aumento da taxa respiratória gera um resfriamento corporal por evaporação. No entanto, conforme Mueller (1966) citado por Harrison e Biellier (1968), a elevação na F_R dá início ao processo de alcalose respiratória, que pode ser suficiente para reduzir os valores de espessura de casca em até 12%.

Tabela 5 Médias estimadas por quadrados mínimos da T_R , F_R , T_S , H_C e H_R em galinhas poedeiras de pescoço pelado alimentadas com diferentes tamanhos de partículas do milho no semiárido.

Variáveis	DGM (µm)		
	605	1030	2280
T_R (°C)	40,59±0,27 ^b	40,59±0,17 ^b	40,84±0,25 ^a
F_R (resp. min. ⁻¹)	43,71±6,56 ^b	41,33±9,01 ^b	53,15±5,27 ^a
T_S (°C)	34,06±0,22	33,81±0,21	33,39±0,24
H_C (W m ⁻²)	31,17±1,46	33,75±1,34	34,33±1,54
H_R (W m ⁻²)	25,19±1,38	29,65±1,33	35,12±1,56

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

De acordo com Emery et al. (1984) e Mahmoud et al. (1996), a elevação da F_R causa alterações no balanço de cálcio no sangue, uma vez que este balanço é afetado quando a ave se encontra em temperaturas elevadas, diminuindo a quantidade de plasma cálcico e comprometendo a formação da casca do ovo. Segundo Pereira (1991), a queda do pH sanguíneo, decorrente da alcalose respiratória provocada pelo estresse térmico, faz com que ocorra uma queda no cálcio disponível no sangue para a formação da casca, resultando, assim, em problemas de qualidade de casca.

Alves et al. (2007) estudando o efeito do microclima do galpão sobre a produção e qualidade dos ovos de duas linhagens em condições térmicas semelhantes as deste estudo, verificaram valores médios da espessura da casca de 0,330 mm para ambas as linhagens (Hy-Line W-36 e Isa Brown). Esses valores são inferiores aos do presente trabalho, onde, apesar da menor espessura da casca no *DGM* 2280 μm , verifica-se uma maior tolerância ao calor das linhagens de pescoço pelado. Já Barbosa Filho et al. (2006) estudando poedeiras Hy-Line W-36 e Hy-Line Brown em condições de estresse térmico (35°C), verificaram valores mais elevados para ambas as linhagens (0,383 e 0,368 mm, respectivamente), mas esses valores foram inferiores aos encontrados em condição de conforto térmico (26°C), os quais superaram os 0,450 mm.

A zona de conforto térmico para galinhas poedeiras adultas situa-se entre 20 a 24°C e U_R igual a $40\pm 5\%$ (CHEPETE e XIN, 2000; TURNPENNY et al., 2000ab; YANAGI et al., 2002). Esta zona é definida como uma faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e independente da temperatura. No presente estudo, a T_A nas Classes 2 e 3 e U_R durante todo o estudo foram consideradas acima dos limites propostos pelos autores acima. A média mais elevada da U_R foi observada em baixa T_A (Tabela 6), onde não há necessidade de ativação dos mecanismos latentes de dissipação térmica, os quais encontrariam dificuldades de ocorrer em elevada U_R .

Com exceção da F_R , todas as variáveis apresentadas na Tabela 6 apresentaram diferença significativa entre as classes de T_A estudadas. A T_R apresentou a maior média (40,72 °C) na Classe de T_A 3, não diferindo da classe 1, mas ambas diferiram da Classe 2. Na Classe 3, o pequeno aumento na T_R pode ter ocorrido da não ativação da taxa respiratória devido a elevada U_R . Apesar da diferença estatística, fisiologicamente, esta alteração de 0,13°C não compromete a termorregulação das aves. Mutaf et al. (2008) encontraram resultados mais elevados para T_R em galinhas poedeiras domésticas submetidas à temperaturas equivalentes a encontradas na Classe 3 do presente estudo.

Já Barbosa Filho et al. (2006) estudando poedeiras Hy-Line W-36 e Hy-Line Brown em condições de estresse (35°C) e conforto térmico (26°C), encontraram valores mais elevados que o do presente estudo, onde foi verificado uma elevação na T_R das poedeiras em situação de estresse calórico para ambas as linhagens, onde a Hy-Line W-36 passou de 41,5 para 41,7°C e a Hy-Line Brown de 41,7 para 41,9°C, nas condições de conforto e estresse térmico, respectivamente. Ressalta-se que as poedeiras utilizadas neste estudo apresentam a característica “pescoço pelado”, a qual lhes confere uma maior tolerância ao calor (Silva et al., 2001).

Outra variável utilizada pelas aves como resposta ao estresse térmico é a T_S , onde, dependendo das condições térmicas e região da superfície corporal a qual foi aferida, apresenta diferenças significativas (TESSIER et al, 2003; SHINDER et al., 2007; NÄÄS et al., 2010). Na Tabela 6 está apresentada a T_S média, a qual foi aferida nas quatro regiões corporais estudadas (face, patas, pescoço e área coberta com penas) e é apresentada aqui apenas como uma forma de obter os gradientes térmicos para H_C e H_R , onde T_S apresentou uma relação positiva com a T_A mesmo não havendo diferença estatística entre as Classes 1 e 2, mas diferiram da média encontrada na Classe 3.

Tabela 6 Médias estimadas por quadrados mínimos da T_R , F_R , U_R , T_S , H_C e H_R em galinhas poedeiras de pescoço pelado nas diferentes classes de T_A estudadas no semiárido.

Variáveis	Classe de T_A		
	1	2	3
T_R (°C)	40,71±0,04 ^a	40,59±0,02 ^b	40,72±0,03 ^a
F_R (resp. min. ⁻¹)	43,62±1,25	46,70±0,65	47,10±1,15
U_R (%)	87,94±0,69 ^a	83,96±0,37 ^a	77,53±1,02 ^b
T_S (°C)	32,96±0,31 ^b	33,45±0,16 ^b	35,61±0,31 ^a
T_{RM} (°C)	26,22±0,07 ^c	28,67±0,04 ^b	32,49±0,07 ^a
H_R (W m ⁻²)	41,24±1,95 ^a	29,65±1,00 ^b	19,88±1,92 ^c
H_C (W m ⁻²)	39,70±1,98 ^a	30,59±1,03 ^b	35,53±2,13 ^{ab}

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

As pesquisas sobre a transferência de calor por radiação de ondas longas em aves de interesse econômico (frangos de corte e galinhas poedeiras), até o presente momento, foram realizadas no interior de câmaras climáticas, onde o ambiente é facilmente controlado. No entanto, em ambiente natural as variáveis meteorológicas se modificam constantemente, havendo a necessidade de se quantificar e perda de calor por radiação no sistema de produção e não simular em ambiente controlado. Neste estudo, a H_R média mais elevada foi encontrada na classe 1 (41,24 W m⁻²). Nesta situação, a H_R foi facilitada pelo alto gradiente de temperatura formado entre T_S e T_{RM} (6,74°C), o qual é a força motriz que determina a dissipação ou ganho de calor por radiação de ondas longas. Esta média encontrada na classe 1 diferiu das médias nas classes 2 e 3 as quais diferiram entre si, onde a menor média (classe 3) apresentou o menor gradiente ($T_S - T_{RM} = 3,12^\circ\text{C}$) entre as classes estudadas.

Yahav et al. (2004) estudando a perda de calor por radiação em frangos de corte aos 42 dias submetidos a diferentes velocidades do vento em câmara climática, não verificaram diferença significativa entre os tratamentos dados às aves, onde o valor mais alto não ultrapassou as 27,0 kcal dia⁻¹. Como esperado, diferente da H_C , a H_R não depende da movimentação do ar e sim da radiação de ondas longas emitida pelos objetos e outros animais, que pode ser estimada através da T_{RM} , a qual é a temperatura média de todos os objetos que circundam o animal.

Como para a H_R , a H_C apresentou a média mais elevada na classe 1 (39,70 W m⁻²). No entanto, esta média não mostrou diferença estatística da média encontrada na classe 3 (35,53 W m⁻²), a qual não diferiu da classe 2. Embora o gradiente T_S-T_A tenha diminuído da classe 1 para a classe 3, a H_C continuou elevada devido ao aumento médio da U na classe 3 (0,5 m s⁻¹), o qual promoveu uma aceleração na dissipação do calor corporal via convecção, mesmo em baixo gradiente T_S-T_A . Os resultados de Yahav et al. (2004) concordam com o deste estudo, onde ao estudarem o efeito de diferentes velocidades do vento sobre a perda de calor sensível em frangos de corte verificaram que mesmo em temperatura ambiente de 35°C, o aumento na movimentação do ar de 0,8 para 3,0 m s⁻¹ elevou a H_C de 47,9 para 114,0 kcal dia⁻¹. Rusal et al. (2011) estudando diferentes movimentações do ar sobre a perda de calor sensível, desempenho e qualidade do ovo de poedeiras também verificaram em temperatura elevada (35°C) que velocidades do ar iguais a 2,0 e 3,0 m s⁻¹ aceleraram a perda de calor por convecção, levando a melhorias no desempenho e qualidade dos ovos, os quais foram afetados negativamente em taxas de ventilação baixas (0,5 m s⁻¹).

A eficácia da perda de calor sensível em poedeiras do pescoço pelado no presente estudo foi verificada pela pequena variação na T_R e na F_R , onde esta última não foi ativada em temperaturas elevadas (Classe 3). Aves portadoras do gene pescoço pelado parecem ser mais vantajosas em situações de estresse pelo calor, pois apresentam maior facilidade na perda de calor sensível, devido possuir uma área reduzida coberta com penas e, como consequência, apresentam melhor desempenho e capacidade termorregulatória em altas temperaturas (CAHANER et al., 1993; YAHAV et al. 1998; SILVA et al. 2001).

2.5 CONCLUSÕES

O tamanho de partícula do milho influenciou o consumo de ração, a temperatura corporal e a frequência respiratória. Verificou-se uma diminuição no peso e na espessura da casca do ovo das aves alimentadas com a maior granulometria do milho. A transferência de

calor sensível comportou-se como um mecanismo de perda de calor, onde o aumento dos níveis de radiação e temperatura causou diminuição significativa na perda de calor por radiação, mas a convecção foi elevada em alta T_A devido ao aumento na movimentação do ar.

2.6 REFERÊNCIAS

ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Rev. Bras. Zootec.** [online]. 2007, vol.36, n.5, pp. 1388-1394.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (UBABEF). Relatório Anual 2010/2011. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761>
Acesso em: 10 de dezembro de 2011.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O.; COELHO, A. A. D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** [online]. 2006, vol.8, n.1, pp. 23-28.

CAHANER, A.; NADER, D.; GUTMAN, M. Efeito da redução da plumagem do pescoço nu (Na) gene sobre o desempenho de frangos de corte rápido crescimento normal e em alta temperatura ambiente. **Poult. Sci.** , v.72, p.767-775, 1993.

CHEPETE, H. J. e XIN, H. Cooling laying hens by intermittent partial surface sprinkling. **Trans. ASAE.** 43:965–971, 2000.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.

DAHLKE, F; RIBEIRO, AML; KESSLER, AM and LIMA, AR. Tamanho da Partícula do Milho e Forma Física da Ração e Seus Efeitos Sobre o Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** [online]. 2001, vol.3, n.3, pp. 241-248.

EMERY, D.A.; PRAN VOHRA; ERNEST, R.A. The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight and shell thickness of hens. **Poult Sci**, n.63, p. 2027-2035, 1984.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, R. D.; MALHEIROS, E. B.; SECATO, E. R. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, 1(1): 77-84, 1999.

GEBREMEDHIN, K.G.; BINXIN, WU. A model of evaporative cooling of wet skin surface and fur layer. **Journ. Therm. Biol.**, v.26, p.537-545, 2001.

HARRISON P. C. e BIELLIER, H.V. Physiological response of domestic fowl to abrupt changes of ambient air temperature. **Poult. Sci.** 1034-1045, 1968.

JÁCOME, I. T. D. **Efeitos de dois sistemas de condicionamento sobre os índices ambientais e zootécnicos de poedeiras semi-pesadas**. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande-PB, 2005.

LOPEZ, C. A. A. e BAIAO, N. C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** [online], vol.54, n.2, pp. 189-195, 2002.

MAHMOUD, K.Z.; BECK, M.M.; SCHEIDELER, S.E. et al. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. **Poult. Sci.**, v.75, p.1555-1562, 1996.

MAZZI, C. M. **Análise da expressão da proteína de estresse Hsp70 em frangos de corte portadores do gene "Naked neck" (pescoço pelado) submetidos a estresse térmico gradativo**. [Dissertação]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 1998.

MUTAF, S.; SEBER KAHRAMAN, N.; FIRAT, M. Z. Surface wetting and its effect on body and surfaces temperatures of domestic laying hens at different thermal conditions. **Poult. Sci.** 87:2441–2450, 2008.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R.; VERCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Sci. Agric.**, v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NIR, I., SHEFET, G., AARONI, Y. Effect of particle size on performance. 1. Corn. **Poult. Sci.**, v.73, p.45-49, 1994.

PEREIRA, A. M. Stress calórico em poedeiras comerciais. In: SEMINÁRIO DE POSTURA COMERCIAL. Campinas: GUABI, 1991. p. 133-146.

RUSAL, M., SHINDER D., MALKA, I., YAHAV, S. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. **Poult. Sci.** vol. 90 no. 4 856-862 2011.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2^a ed., Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAFAA, H. M.; MORENO, E. J.; VALENCIA, D. G.; FRIKHA, M.; SERRANO, M. P.; MATEOS, G. G. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brow egg laying hens in early phase of production. **Poult. Sci.** v.88, p. 608 – 614, 2009.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory response of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. **Poult. Sci.** 86:2200–2209, 2007.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; FURTADO, D. A. Efeito do bebedouro e da densidade de alojamento no desempenho de frangos de corte em alta temperatura. **Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.** v.9, p.636-641. 2005.

SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S.; MARTINS, E.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V. J. M. Resistência ao estresse calórico em frangos de pescoço pelado. **Rev. Bras. Cienc Avic.** Campinas, n.1, v.3, p. 27-33, 2001.

SILVA, R. G. **Manual de procedimentos em análise por quadrados mínimos.** Funep, Jaboticabal, 1993.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal.** São Paulo: Nobel, 285p, 2000.

SILVA, R. G., GUILHERMINO, M. M., MORAIS, D. A. E. F. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **Int. J. Biometeorol.** 54:5–11, 2010.

SUREK, D.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; OPALINSKI, M.; FRANCO, S. G.; KRABBE, E. L. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Cienc. Rural** [online]. 2008, vol.38, n.6, pp. 1725-1729, 2009.

TESSIER, M.; DU TREMBLAY, D.; KLOPFENSTEIN, C.; BEAUCHAMP, G.; BOULIANNE, M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. **Poult. Sci.** 82:846-84, 2003.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano, **Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.** v.11, p.652-657, 2007.

TURNPENNY, J. R.; McARTHUR, A. J.; CLARK, J. A.; WATHES, C. M. Thermal balance of livestock. A parsimonious model. **Agric. For. Meteorol.** 101:15–27, 2000a.

TURNPENNY, J. R.; McARTHUR, A. J.; CLARK, J. A.; WATHES, C. M. Thermal balance of livestock: Applications of a parsimonious model. **Agric. For. Meteorol.** 101:29–52, 2000b.

YANAGI JR, T.; XIN, H.; GATES, R. S. Optimization of partial surface wetting to cool caged laying hens. **Transactions of the ASAE**, v.45, n.4, p.1091-1100, 2002.

YAHAV, S.; LUGER, D.; CAHANER, A.; DOTAN, M.; RUSAL, M.; HURWITZ, S. Thermoregulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. **Br. Poult. Sci.**, v.39, p.133-138, 1998.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions. **Poult. Sci.** 83:253–258, 2004.

ZANOTTO, D. L.; BELLAYER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes em rações de suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. p.1-5. (Comunicado Técnico, 215).

ZHANG, B.; COON, N. C. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poult. Sci.** v.76, p.1627-1840, 1997.

3 CAPÍTULO 3 – DIFERENÇAS REGIONAIS NA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE GALINHAS POEDEIRAS DE PESCOÇO PELADO EM AMBIENTE EQUATORIAL SEMIÁRIDO

3.1 RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar as diferenças regionais da temperatura superficial de galinhas de pescoço pelado em ambiente equatorial semiárido utilizando termografia infravermelha. A temperatura da superfície corporal foi aferida (776 observações) em quatro regiões do corpo (face, pescoço, patas e área com penas) de 60 galinhas poedeiras da linhagem Label Rouge. As variáveis ambientais foram aferidas no centro do galpão: temperatura de globo negro (T_G), temperatura do ar (T_A), velocidade do vento (U) e umidade relativa (U_R). A T_A foi dividida em três classes: Classe 1 (24,0°C à 26°C), Classe 2 (26,1°C à 28,9°C) e classe 3 (29,0°C à 31,0°C). A análise de variância foi realizada pelo método dos mínimos quadrados e a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0,05$). Os resultados mostraram efeito significativo da classe de T_A , região corporal e interação entre estes dois efeitos sobre T_S . Não houve diferença estatística entre as classes de T_A para a face e pescoço. As patas e a área com penas apresentaram diferenças estatísticas entre as classes de T_A . Já as médias entre as regiões corporais dentro da mesma classe de T_A , houve diferença estatística entre todas as regiões nas três classes de T_A estudadas. O pescoço apresentou a maior média em todas as classes estudadas, seguido pela face e patas. A área com penas apresentou a menor média nas três classes. Este estudo mostrou que há diferenças regionais na temperatura superficial de galinhas do pescoço pelado, onde as patas atuam como janelas térmicas. Galinhas poedeiras Label Rouge apresentam vantagem em comparação com outras aves, uma vez que têm uma maior área de superfície, sem penas, facilitando a dissipação de calor.

Palavras-chave: galinhas poedeiras, termografia infravermelha, temperatura superficial, termorregulação, ambiente semiárido

3.2 INTRODUÇÃO

A dissipação de calor em aves é mediada por alterações no fluxo sanguíneo na superfície corporal. Estes animais apresentam grande parte da superfície cutânea coberta com penas, a qual é de considerável importância em ambientes de baixa temperatura, onde a atividade vasomotora é mínima (SHINDER et al., 2007). De forma diferente ocorre nas áreas desprovidas de penas, tais como as pernas e área facial, as quais são fundamentais no processo termorregulatório quando os animais são submetidos à ambientes quentes.

Neste contexto, a termografia infravermelha tem sido utilizada em diversos organismos (COOK et al., 2006; MONTANHOLI et al., 2008; BOUZIDA et al., 2009; NÄÄS et al., 2010), onde as imagens térmicas obtidas dão a possibilidade de se fazer um mapeamento da temperatura superficial, sendo um facilitador nas aferições da temperatura por ser uma técnica não-invasiva.

Desta forma, o conhecimento da variação da temperatura superficial em galinhas poedeiras em ambiente natural semiárido, torna-se necessário, uma vez que a maioria das abordagens existentes na literatura foi realizada sob condições artificiais em câmaras climáticas, nas quais as variáveis ambientais podem ser facilmente controladas. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a variação regional da temperatura superficial de galinhas poedeiras de pescoço pelado em ambiente semiárido.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Local e Animais

O estudo foi conduzido no setor de avicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada em Mossoró, RN, Brasil (latitude 05°11'S, longitude 37°22'W e altitude de 16 m). 60 galinhas poedeiras de pescoço pelado da linhagem Label Rouge, entre 32 e 35 semanas de idade, alojadas individualmente em gaiolas de arame galvanizado (L: 0,50m x C: 0,45m x A: 0,40m) com comedores tipo calha galvanizada e bebedores tipo nipple. As gaiolas eram dispostas em linha em um galpão (L: 4,0m x C: 18,0m x A: 2,5m), onde as galinhas foram alimentadas com ração comercial.

3.3.2 Variáveis ambientais

As aferições foram realizadas por quatro semanas, com início às 7 h, onde, todas as aves foram aferidas continuamente. A temperatura do ar (T_A , °C) e umidade relativa (U_R , %) foram aferidas utilizando um termohigrômetro digital (Instrutherm, HT-300, São Paulo, Brasil). A T_A foi dividida em três classes: Classe 1 (24,0°C à 26,0°C), Classe 2 (26,1°C à 28,9°C) e Classe 3 (29,0°C à 31,0°C). A velocidade do vento (U , m s⁻¹) foi aferida com um anemômetro de fio quente (Lutron, YK-2005AH, Kolkata, Índia). A temperatura radiante média (T_{RM} , K) foi estimada a partir dos dados de T_A , U e temperatura do globo negro (0,15 m de diâmetro), a qual foi aferida com um termo-sensor (Tipo K) inserido no centro do globo e conectado a um termômetro digital (Minipa, MT-600, São Paulo, Brasil). Estes equipamentos foram instalados no centro do galpão onde as aves foram avaliadas. T_{RM} foi utilizada para calcular a carga térmica radiante ($C_{TR} = \sigma T_{RM}^4$, W m⁻²) e foi estimada utilizando a equação proposta por Silva (2000).

3.3.3 Termografia Infravermelha

As imagens infravermelhas foram obtidas com a utilização de uma câmera termográfica (ThermaCAM® b60, Flir Systems) calibrada para a temperatura ambiente e para um corpo cinza (emissividade = 0,98) e a resolução da câmera é 0.01°C com precisão de 2%. Após obtidas as imagens, foi realizada a seleção de áreas específicas da superfície das aves (área coberta com penas, patas, face e pescoço) com o software apropriado (Flir QuickReport 1.2).

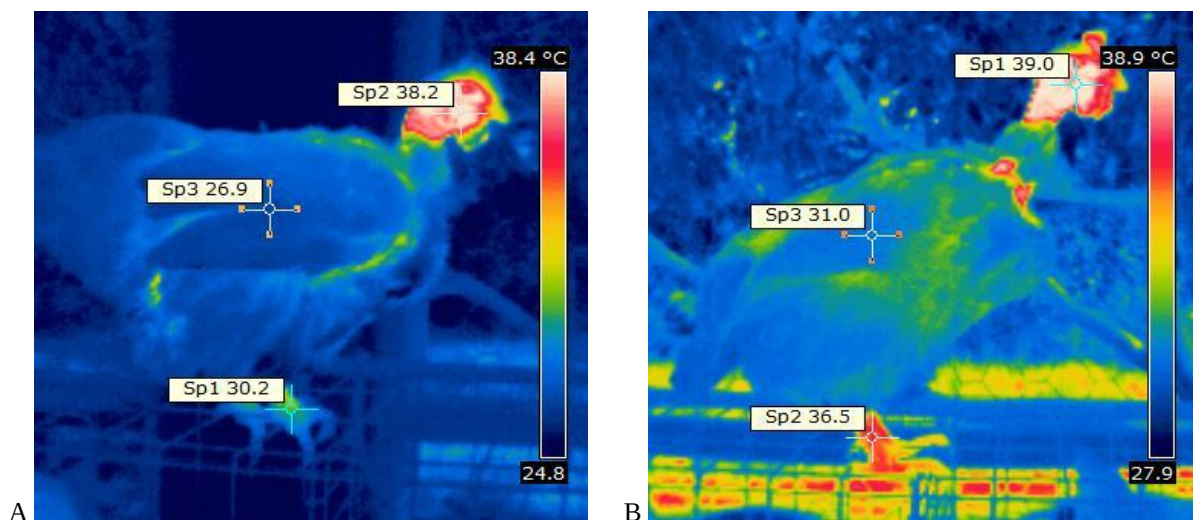


Figura 1 Imagens térmicas obtidas durante o estudo (baixas (A) e elevadas temperaturas (B)).

3.3.4 Análise estatística

A análise de variância foi realizada pelo método dos quadrados mínimos para dados não-balanceados (SILVA, 1993) utilizando o software SAS (SAS Institute, Cary, NC). A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0,05$). O modelo estatístico utilizado está descrito a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + R_j + I_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

onde Y_{ijk} é a observação da k -ésima temperatura superficial aferida na i -ésima classe de T_A e na j -ésima região corporal. C_i é o efeito fixo da i -ésima classe de T_A ($i = 1, \dots, 3$); R_j é o efeito fixo da j -ésima região corporal ($j = 1, \dots, 4$); I_{ij} é o efeito da interação entre a i -ésima classe de T_A com a j -ésima região corporal; e_{ijk} é o efeito residual e μ é a média geral.

3.4 RESULTADOS

As médias e seus respectivos erros padrões, além dos valores máximos e mínimos das variáveis ambientais observadas durante o estudo estão apresentados na Tabela 1. A T_A (média igual a 27,7 °C) apresentou um gradiente de 6,0 °C em seus valores. A U_R apresentou valores elevados durante o estudo, com um valor mínimo de apenas 67,7%.

Tabela 1 Médias e seus respectivos erros padrão, além dos valores máximos e mínimos das variáveis meteorológicas observadas durante o estudo.

Variável	Média	Máximo	Mínimo
T_A (°C)	27,7±0,09	31,0	24,0
U_R (%)	83,3±0,38	95,0	67,7
V_V (m s ⁻¹)	0,8±0,04	1,5	0
C_{TR} (W m ⁻²)	478,0±0,71	505,7	446,9

As médias de T_A e U_R observadas no presente estudo foram baixas e altas, respectivamente. Silva et al. (2011) encontrou média para T_A de 33,1°C também na região semiárida do Brasil. No entanto, o presente estudo foi realizado entre os meses de abril e maio, os quais foram caracterizados pela ocorrência de precipitações (Figura 2) levando a um

decréscimo na T_A média e aumento na U_R durante a aquisição do dados. A C_{TR} apresentou um valor máximo de $505,71 \text{ W m}^{-2}$. Já a U , não ultrapassou os $1,5 \text{ m s}^{-1}$, onde na maioria das aferições a movimentação do ar foi nula.

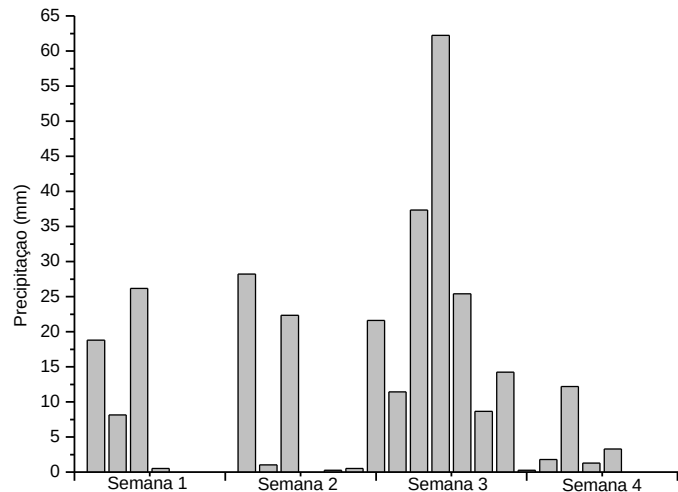


Figura 2 Precipitação pluviométrica na região ($05^{\circ}11'S$ e $37^{\circ}22'W$) onde o estudo foi realizado. Dados adquiridos na estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

A análise de variância mostrou efeito significativo da classe de temperatura do ar, região da superfície corporal e da interação entre estes dois efeitos sobre a temperatura superficial, através do teste F (Tabela 2).

Tabela 2 Quadrados médios da temperatura superficial (T_S) de galinhas poedeiras de pescoço pelado em ambiente semiárido.

Fonte de variação	GL	T_S
Classe de T_A	2	315,5522**
Região Corporal	3	2178,7184**
Classe de T_A x Região Corporal	6	32,5816**
Resíduo	765	0,8540

** $P < 0,01$

As médias de T_S estimadas por quadrados mínimos para a interação entre as diferentes regiões corporais estudadas e as três classes de temperatura do ar estão apresentadas na Figura 2. Não houve diferença estatística entre as classes de T_A para as regiões da face e pescoço. Já as patas e o corpo apresentaram diferença ($P<0,05$) entre as classes de T_A , onde à medida que a T_A aumentava houve uma elevação na T_S em ambas as regiões, sendo que a pata apresentou maior temperatura que o corpo. Já as médias entre as regiões corporais na mesma classe de T_A , verificou-se diferença estatística entre todas as regiões nas três classes de T_A . O pescoço apresentou a maior média em todas as classes estudadas, seguido da face e das patas. O corpo apresentou a menor média nas diferentes classes de T_A .

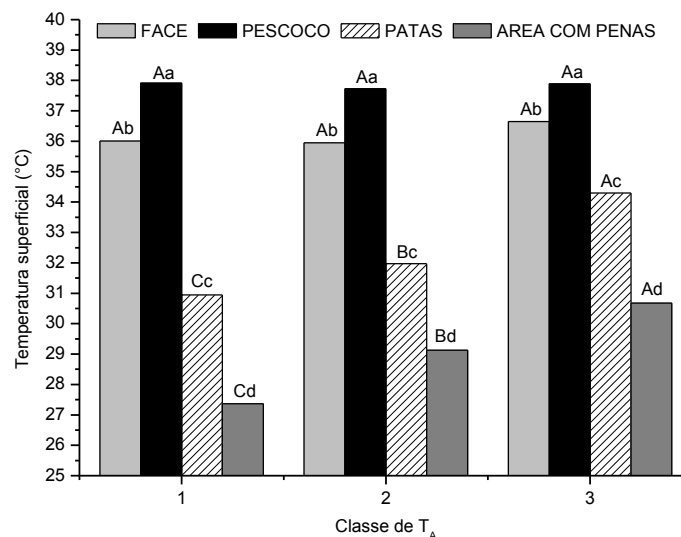


Figura 3 Médias estimadas por quadrados mínimos para a T_S de galinhas poedeiras de pescoço pelado em diferentes regiões corporais e classes de T_A . Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre regiões corporais na mesma classe de temperatura e letras maiúsculas iguais não diferem na mesma região corporal entre as classes de temperatura, ambos pelo teste de Tukey-Kramer ($p<0,05$).

3.5 DISCUSSÃO

Na literatura, as abordagens realizadas sobre os efeitos do ambiente térmico na temperatura superficial de aves comerciais tem sido, quase que exclusivamente, com frangos de corte situados em câmaras climáticas, onde há o total controle das variáveis ambientais (T_A , U_R , U), sendo desprezada a radiação térmica. Os artigos mais recentes que tratam deste

assunto testam diferentes movimentações do ar sobre a T_S e desempenho de frangos de corte e perus jovens submetidos a temperaturas constantes (YAHAV et al., 2004, 2008, 2011; SHINDER et al., 2007), sendo que, no ambiente natural, a T_A e U variam constantemente no tempo e espaço. Cangar et al., (2008) e Nääs et al., (2010) realizaram dois dos poucos estudos com frangos de corte no ambiente natural de criação.

Na região semiárida, o fator que mais afeta a termorregulação dos animais é o aporte térmico proveniente da radiação solar, tanto em forma direta como indireta, sendo os outros componentes meteorológicos (T_A , U_R , U) definidos a partir da radiação. Façanha et al., (2010) relataram os efeitos do ambiente semiárido em vacas leiteiras, mostrando o efeito negativo deste ambiente na termorregulação destes animais. No entanto, o presente estudo é o primeiro a tratar deste assunto com aves de pescoço pelado na região semiárida do Brasil.

A temperatura superficial altera-se rapidamente com a temperatura do ar. Sabe-se que a superfície corporal está totalmente exposta às variações dos diferentes componentes meteorológicos que circundam o animal. Silva (2008) afirma que a temperatura da superficial depende diretamente das condições do meio, ou seja, alterações bruscas das variáveis meteorológicas no local onde o animal se encontra resultará em alterações na temperatura do superficial.

No presente estudo, a T_S na região do corpo (coberta com penas) apresentou os menores valores (Figura 2), sendo elevada à medida que a T_A se eleva. A diferença média entre T_S e T_A nesta região foi de apenas 1,59 °C. Mutaf et al., (2008), ao estudarem a temperatura superficial de poedeiras sob diferentes condições térmicas, também observaram que as temperaturas das regiões cobertas com penas se aproximaram da temperatura do ar. Nesta situação, a contribuição desta região corporal para a dissipação de calor é incipiente devido ao pequeno gradiente de temperatura.

Nas áreas sem penas, o fluxo térmico é controlado e modificado pela alteração da circulação sanguínea. Estas regiões corporais tem sido denominadas de janelas térmicas (qualquer superfície corporal utilizada parcial ou totalmente nas trocas de calor), e abrangem membros, apêndices e áreas com poucos pêlos em mamíferos ou penas em aves como a região periocular e patas. Sua presença já foi reportada em tucanos (TATTERSALL et al., 2009), focas (MAUCK et al., 2003), elefantes africanos (WEISSENBOCK et al., 2010) e ratos-toupeira (ŠUMBERA et al., 2007).

Neste contexto, o presente estudo apresenta resultados em que as patas funcionam como janelas térmicas, onde a diferença média da temperatura superficial nas classes 1 e 3 foi de 3°C, o que evidencia um aumento na circulação sanguínea nas pernas quando a

temperatura do ar se elevou. Quando aves domésticas são submetidas a altas temperaturas, esta região corporal é utilizada como um sítio de termólise, ou seja, local onde ocorre perda do excesso de calor (SOUZA JR et al., 2013). A vasodilatação periférica que ocorre nas patas foi estudada por Wolfenson (1983), o qual mostrou que há um aumento nas anastomoses arteriovenosas, contribuindo com 83% do fluxo total de sangue na periferia, quando as aves estão em ambiente quente.

Cangar et al., (2008) e Nääs et al., (2010) estudando frangos de corte Ross e Cobb, respectivamente, observaram temperaturas para a região do pescoço iguais a 31,9°C e 33,9°C (período da tarde), respectivamente. Estes estudos foram realizados com frangos de corte de linhagens industriais e que possuem o pescoço coberto com penas. No presente estudo, a T_s do pescoço apresentou o valor mais elevado nas três classes de temperatura estudadas, com médias próximas aos 38,0°C. Por possuir o pescoço pelado, a linhagem estudada apresenta uma maior facilidade para dissipar o excesso de calor corporal em ambientes quentes, pois aumenta a superfície sem penas exposta ao meio.

Na região facial, a T_s média na classe 3 foi 37,1°C. Dahlke et al., (2005) relatam valores médios semelhantes para a cabeça de frangos aos 42 dias de idade sob estresse térmico (37,7°C). No entanto, o mesmo autor, para uma condição de termoneutralidade, encontrou um valor médio de 33,9°C, enquanto no presente estudo as médias para esta região corporal não apresentaram diferença significativa mesmo com a elevação da temperatura do ar de 24,0° para 31°C. Cangar et al., (2008) observaram para a segunda à sexta semana de vida de frangos de corte submetidos ao estresse térmico, valores superiores ao deste estudo, sendo relatada uma média de 39,0°C. Yahav et al., (2008) estudando o efeito de diferentes movimentações do ar sobre a temperatura da área facial de perus jovens, verificou temperaturas entre 37,0 e 38,0°C quando submetidos a temperatura do ar de 25,0°C. Neste mesmo estudo, ao serem submetidos a uma temperatura constante de 30,0°C foram observadas temperaturas na face próximas aos 39,0°C.

3.6 CONCLUSÕES

Houve diferença regional na temperatura superficial de galinhas Label Rouge em fase de postura, onde as patas funcionam como janelas térmicas e o pescoço é a região corporal de maior dissipação de calor. O mapeamento da superfície corporal com termografia infravermelha demonstrou precisão para estudos com aves no semiárido.

3.7 REFERÊNCIAS

BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X. P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **J. Therm. Biol.** 34:120–126, 2009.

CANGAR, O.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poult. Sci.** 87:2493–2499, 2008.

COOK, N.J.; SMYKOT, A. B.; HOLM, D. E. Assessing feather cover of laying hens by infrared thermography. **J. Appl. Poult. Res.** 15: 274–279, 2006.

DAHLKE, F.; GONZALES, E.; GADELHA, A. C. Feathering, triiodothyronine and thyroxine plasma levels and body temperature of two broiler lines raised under different temperatures. **Rural Sci.** 35:664–670, 2005.

FAÇANHA, D. A. E.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. Variação anual de características morfológicas e da temperatura da superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Braz. J. Anim. Sci.** 39:837–844, 2010.

MAUCK, B.; BILGMANN, K.; JONES, D. D. Thermal windows on the trunk of hauled-out seals: hot spots for thermoregulatory evaporation. **J. Exp. Biol.** 206:1727–1738, 2003.

MONTANHOLI, Y. R.; ODONGO, N. E.; SWANSON, K. C. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **J. Therm. Biol.** 33: 468–475, 2008.

MUTAF, S.; SEBER KAHRAMAN, N.; FIRAT, M. Z. Surface wetting and its effect on body and surfaces temperatures of domestic laying hens at different thermal conditions. **Poult. Sci.** 87:2441–2450, 2008.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Sci. Agric.** 67:497–502, 2010.

SAS INSTITUTE (2001) **User's guide: Statistics**, Version 8.0 edition. SAS Institute Inc, Cary, NC

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. **Poult. Sci.** 86:2200–2209, 2007.

SILVA, R. G. **Manual de procedimentos em análise por quadrados mínimos**. Funep, Jaboticabal, 1993.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. Nobel, São Paulo, 2000.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**. Funep, Jaboticabal, 2008.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; COSTA, L. L. M.; QUEIROZ, J. A. F. Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. **Int. J. Biometeorol.** DOI 10.1007/s00484-011-0501-y, 2011.

SOUZA JR, J.B.F. et al. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Behaviour and Biometeology**, v.1, n.2, p.61-64, 2013.

ŠUMBERA, R.; ZELOVÁ, J.; KUNC, P. Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR-thermography. **Physiol. & Behav.** 92:526–532, 2007.

TATTERSALL, G. J.; ANDRADE, D. V.; ABE, A. G. Heat exchange from the toucanbill reveals a controllable vascular thermal radiator. **Sci.** 325:468–470, 2009.

WEISSENBOCK, N. M.; WEISS, C. M.; SCHWAMMER, H. M. Thermal windows on the body surface of African elephants (*Loxodonta africana*) studied by infrared thermography. **J. Therm. Biol.** 35:182–188, 2010.

WOLFENSON, D. Blood flow through arteriovenous anastomoses and its thermal function in the laying hens. **J. Physiol.** 334:395–407, 1983. Wolfenson (1983)

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions. **Poult. Sci.** 83:253–258, 2004.

YAHAV, S.; RUSAL, M.; SHINDER, D. The Effect of Ventilation on Performance Body and Surface Temperature of Young Turkeys. **Poult. Sci.** 87:133–137, 2008.

YAHAV, S.; DRUYAN, S.; RUSAL, M.; SHINDER, D. Diurnally cycling temperature and ventilation affect young turkeys' performance and sensible heat loss. **J. Therm. Biol.** 36:334–339, 2011.