

INFLUÊNCIA DA PINTURA REFLETIVA EM CAIXAS D'ÁGUA SUBMETIDAS AO SOL E À SOMBRA NA TEMPERATURA EFETIVA DA ÁGUA DE BEBIDA PARA UTILIZAÇÃO EM AVIÁRIOS E SUINOCULTURA

INFLUENCE OF THE REFLECTIVE PAINTING IN WATER STORAGE SUBMITTED TO THE SUN AND THE SHADE ON DRINKING WATER TEMPERATURE FOR USE IN POULTRY AND SWINE FARM

Iran José Oliveira da Silva, Mauricio Perissinotto, Daniella Jorge de Moura

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Av. Pádua Dias 11
13418.900 - Piracicaba - SP - Brasil
e-mail: mauricioperissinotto@zipmail.com.br

ABSTRACT

This research had the objective to evaluate the water temperature variation of water storages under solar radiation and shade, with different covering paintings. The trial was conducted in three phases in the Nucleus of Environmental Research (NUPEA) of ESALQ-USP located in Piracicaba, State of São Paulo. The Phases I, II and III were conducted on summer, autumn and wintertime of 2000, respectively. The water temperature data were registered all day long. The randomized block design was used as statistical analysis, and the variation test was calculated by the Tukey test. The trial used 3 treatments in 10 days as replication. The treatments were: water storage with white latex painting, water storage without any painting and thermal reflective painting, both under solar radiation and shade. The results showed that the white latex painting and thermal reflective painting reduced the water temperature in the water storages when compared with the water storages without painting during summer, autumn and winter time, when exposed to solar radiation. The shade was significantly on summer period.

Keywords: water temperature, thermal isolation, reflexive painting, water reservoir.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação da temperatura da água em caixas com diferentes pinturas expostas ao sol e a sombra. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. As fases I, II e III foram conduzidas no verão, outono e inverno, respectivamente. Os dados foram registrados ao longo do dia. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso sendo a análise da variância feita através do teste de Tukey. Foram utilizados 3 tratamentos e 10 dias como repetição; os tratamentos consistiram em caixas pintadas com tinta látex branca, caixas sem pintura e caixas pintadas com uma tinta térmica branca, expostas ao sol e à sombra. Os resultados obtidos mostraram que a pintura das caixas com tinta látex branca e com tinta térmica reduziram a temperatura da água dentro das caixas quando comparadas com as caixas sem pintura, durante os períodos de verão, inverno e outono, quando expostas ao sol. A exposição à sombra foi significativa para a redução da temperatura da água, em relação as caixas expostas ao sol, durante o período de verão.

Palavras Chave: temperatura da água, isolamento térmico, pintura reflexiva, reservatório de água.

1 - INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados pelos avicultores nos trópicos é o estresse calórico, que causa nos animais alcalose respiratória e, por consequência, até que eles tenham o equilíbrio ácido-base recuperado, o desempenho fica comprometido.

As aves e os suínos, sendo animais homeotermos, devem manter a temperatura corporal relativamente constante, independentemente da variação da temperatura ambiente. Para que isto aconteça é indispensável que as aves tenham condições de gerar ou dissipar calor de acordo com a temperatura efetiva do ambiente (HANNAS, 1999).

Em condições de desconforto causado pelo calor, o animal reage por meio da vasodilatação, facilitando o fluxo de calor do interior do corpo para a superfície, onde a dissipação para o ambiente ocorre mediante a condução,

convecção, radiação e evaporação. Na medida em que o desconforto aumenta, o animal aumenta o ritmo respiratório, o que permite a remoção do calor corporal, principalmente na forma latente, diretamente do interior do corpo. Havendo o agravamento do estresse calórico, a temperatura corporal aumenta e ocorre declínio do consumo de alimento; persistindo essa situação, pode resultar em morte (HARRIS, 1975). De acordo com ESMAY (1978), a quantidade de calor trocado entre o animal e a sua circunvizinhança depende das condições termodinâmicas do ambiente. Quando a temperatura ambiente é maior ou menor que a faixa estabelecida como ótima de conforto animal, faz-se necessário o emprego de artifícios capazes de possibilitar o equilíbrio térmico entre o animal e o meio ambiente.

A influência do ambiente deve ser considerada no sistema de produção, na medida que pode limitar o mesmo.

As adaptações fisiológicas que os animais apresentam em determinados ambientes é importante, não apenas em função da sobrevivência mas em relação aos aspectos econômicos ligados a produção animal, pois estes efeitos de adaptação podem influenciar a utilização do alimento para crescimento em oposição a manutenção (HANNAS, 1999).

KAMPEM (1988) analisou os efeitos da temperatura da água de bebida sobre o estresse calórico e constatou que o abaixamento da produção de calor é positivamente relacionada com a temperatura da água. A temperatura da água estando aproximadamente igual com a do ambiente reduz o estresse calórico, porém, está água estando fria reduz muito mais.

Uma das formas de defesa das aves contra as elevadas temperaturas é o consumo de água. A terra tem cerca de 2/3 de sua superfície ocupada pelos oceanos, assim como o corpo humano e o das aves, tem em peso, aproximadamente a mesma proporção de água. Deve-se atentar para a presença da água em todos os fenômenos vitais e perceber a importância de tê-la em quantidade e qualidade qualquer que seja o ramo da criação (MACARI, abril 1995).

Devido ao seu elevado calor específico, a água, pode absorver o calor liberado na reação de queima de carboidratos e gordura. Além disso, evapora rapidamente, removendo muitas unidades calóricas do organismo, como calor latente de vaporização. A água é o nutriente essencial necessário em maior quantidade e possui propriedades físicas, que lhe permitem atuar como meio de transporte para os demais nutrientes e produtos do metabolismo, além de intensificar as reações celulares (SEVEGNANI, 1995). Por outro lado, a água é um perigoso veículo de disseminação de doenças, mas, como o mundo é feito de contrastes, a água que traz a doença traz também o remédio: é o mais eficiente meio de medicação em massa (MACARI, 1996).

A temperatura da água ao longo do aviário, quando se utiliza bebedouros tipo calha, varia com o horário e com a posição no percurso, sendo fundamental a sua entrada a uma temperatura mais amena, para evitar um aquecimento muito grande e uma conseqüente recusa pela ave (SILVA, 1998). Na suinocultura o tipo de bebedouro mais utilizado é o tipo chupeta e a tubulação de distribuição da água deve estar necessariamente na parte interna do galpão, pelo mesmo motivo.

Reduzindo-se a temperatura da água em até 4°C em relação a temperatura ambiente, as aves comem mais e produzem mais ovos, em quantidade e qualidade. Estudos mostram que a resposta desencadeada no nervo lingual da ave inicia-se quando a temperatura da água está na faixa de 24°C. Quando a temperatura da água atinge 36°C, há grande aumento na atividade nervosa, dez vezes maior que a 24°C. Esse evento neurofisiológico mostra que a temperatura da água acima de 24°C já é capaz de ser percebida pela ave e que, em temperaturas maiores, a transmissão da informação térmica (isto é, água quente) é emitida para o sistema nervoso central do animal. Dessa forma, cuidados especiais devem ser tomados no verão,

quando a temperatura da água atinge níveis muito próximos ou maiores que os 36°C (MACARI, 1995).

Quanto aos reservatórios de água é recomendável a utilização dos mesmos em locais protegidos, evitando um contato direto como calor ambiente. Porém, caso isso não seja possível, é aconselhável a utilização de coberturas nas caixas, para evitar a penetração direta das radiações. Outro fator que interfere na absorção das radiações solares é a cor da caixa, sendo que, a utilização de cores claras diminui a absorção, o aumento da temperatura e a penetração de calor devido à insolação.

Conforme suposto este trabalho teve como objetivo avaliar sistemas de isolamento térmico em caixas d'água, com exposição ao sol e à sombra, como mecanismos de redução da temperatura por meio de pinturas e isolantes.

2 - METODOLOGIA

O experimento foi realizado junto ao Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) no Departamento de Engenharia Rural do Campus "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas aproximadas são: a) Latitude de 22°42'40" S e b) Longitude de 47°37'30" W; a altitude varia entre 500 e 600 metros e o clima segundo a classificação de Koopen é Cwa.

Para a avaliação de sistemas de isolamento térmico em caixas d'água, foram instaladas 8 caixas d'água de cimento amianto com 500 L da marca Brasilit, sendo quatro expostas ao sol e quatro à sombra. Das caixas expostas ao sol duas foram pintadas com tinta látex branca, uma com tinta térmica branca e uma não foi pintada, sendo instaladas sobre um suporte de madeira a uma altura de 90cm em um piso gramado (Figura 1). Das caixas deixadas à sombra 1 foi pintada com tinta látex branca, 1 com tinta térmica branca e 2 não foram pintadas, sendo instaladas a uma altura de 90cm do piso de concreto e alojadas em um galpão coberto com telha francesa e com pé direito com cerca de três metros (Figura 2).

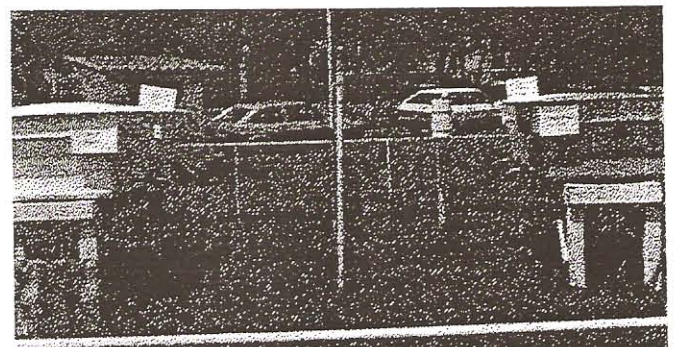


Figura 1: Vista geral das caixas expostas ao sol e isoladas com tinta látex branca, sem pintura e tinta térmica

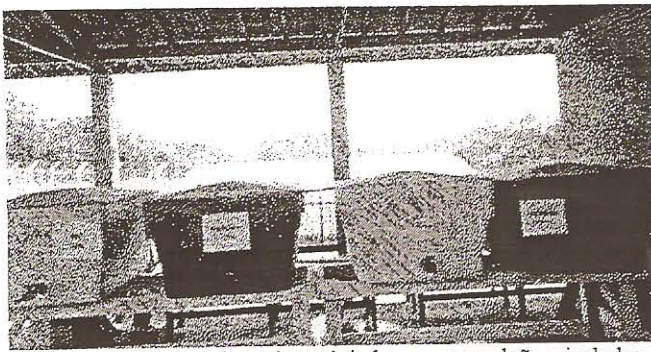


Figura 2: Vista geral das caixas alojadas em um galpão e isoladas com tinta látex branca, tinta térmica e sem pintura.

Caracterização da tinta látex: (LUKSCOLOR – látex PVA Extra branco). Composição básica: emulsão vinílica copolímero, pigmentos orgânicos e inorgânicos, cargas minerais, aditivos específicos, glicóis, amoníaco e água.

Caracterização da tinta térmica: (DUCT-AIR Termo Acústica - Indústria e Comércio LTDA). Composição básica: resina a base de acetato de polivinila, pigmentos orgânicos e inorgânicos, aditivos e água.

O experimento foi conduzido em três fases distintas, sendo: a fase I o período de verão, a fase II o período de outono e a fase III o período de inverno. A temperatura da água nas caixas e a temperatura e umidade relativa nos dois ambientes estudados (sol e sombra) foram registrados ao longo do dia, com início às 8:00 horas e término às 18:00 horas, sendo de duas horas o intervalo entre as medições.

A fase I (verão), compreendeu o intervalo de 28 de dezembro de 1999 a 19 de janeiro de 2000, sendo coletados dez dias não consecutivos do período, tendo como dia de maior entalpia (quantidade de energia no ar) o dia 18 de janeiro. A fase II (outono) compreendeu o intervalo de 18 de abril de 2000 a 11 de maio de 2000, sendo coletados dez dias não consecutivos do período, tendo o dia 02 de maio com maior quantidade de calor no ar. A fase III (inverno) compreendeu o intervalo de 26 de junho de 2000 a 05 de julho de 2000, sendo coletados oito dias não consecutivos do período, tendo o dia 27 de junho como o de maior entalpia.

Os equipamentos utilizados para a aquisição de dados foram:

- Termo-higrômetro digital da marca Icotherm: para medir a temperatura da água dentro das caixas;
- Termômetro digital da marca Mannix: para medir a temperatura e a umidade relativa nos dois ambientes estudados.

As variáveis respostas do experimento foram os valores da temperatura da água, nos tratamentos propostos: pintura com tinta látex branca, pintura com tinta térmica branca e ausência de pintura, com exposição ao sol e à sombra. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, considerando como blocos os dias de análise e os tratamentos os diferentes tipos de pintura. Para o estudo de comparação das médias adotou-se o teste de Tukey ao nível de 5% para comparação entre as médias. Os resultados de análise estatística foram obtidos pelo software SAS.

Para a análise dos dados utilizou-se os dias de maior quantidade de calor no ar (maior entalpia, Kg/Kg ar seco), seguindo a metodologia proposta por SILVA (1991), analisando-se os resultados baseando-se no dia crítico do período, ou seja, o dia de maior desconforto térmico.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados das Tabelas 1 e 2, na fase I (verão), a pintura reflexiva aumentou o isolamento das caixas d'água quando expostas ao sol em relação às caixas sem pintura, sendo o abaixamento da temperatura da água em cerca de 2°C. Porém não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre o uso de tinta látex comum e o de tinta térmica (Figura 3). O poder de decisão deverá ser considerado por meio da viabilidade econômica do material. A característica reflectiva da tinta branca não apresentou diferença entre os diferentes tipos de tinta. O principal fator que influenciou a redução da temperatura da água foi a cor branca das tintas usadas.

A Tabela 1 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase I do experimento, ou seja, verão, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 2 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 1. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase I (verão), nos dias estudados

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
28	25,8 a	24,6 b	26,6 a
29	27,4 a	25,5 b	25,5 b
30	28,3 a	26,3 b	26,4 b
5	22,8 a	22,3 a	22,1 a
6	24,4 a	23,4 b	23,4 b
10	28,7 a	26,8 b	26,6 b
11	28,6 a	26,6 b	26,4 b
13	26,3 b	24,5 c	29 a
18	28,6 a	26,6 b	26,6 b
19	29,1 a	27,2 b	27,2 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 2. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	26,5 a	25,0 b	24,9 b
10	27,6 a	25,8 b	25,1 b
12	28,0 a	27,0 b	26,7 b
14	29,2 a	27,6 b	28,3 ab
16	30,3 a	27,7 b	27,8 b
18	30,3 a	28,1 b	28,1 b
Média	28,7 a	26,9 b	26,8 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

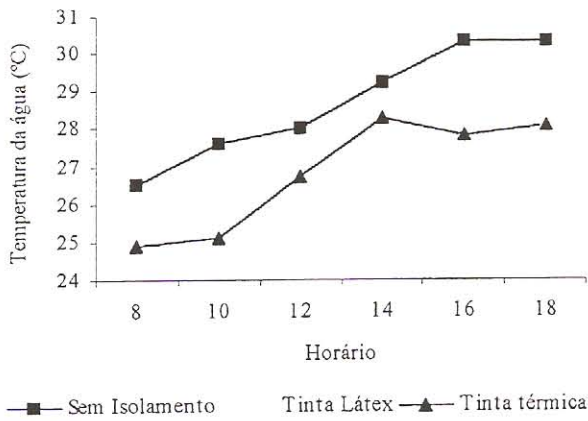


Figura 3: Variação da temperatura da água nas caixas expostas ao sol, com diferentes pinturas, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

De acordo com as Tabelas 3 e 4, quando as caixas d'água são expostas à sombra, a pintura das caixas não apresenta vantagens quando comparada com caixas sem pintura, ou seja, não houve diferença estatística entre o uso da tinta látex e o uso da tinta reflexiva na redução da temperatura da água, quando comparada com caixas sem pintura (Figura 4).

A Tabela 3 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase I do experimento (verão), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 4 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 3. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase I (verão), nos dias estudados

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
28	25,1 a	25,5 a	25,2 a
29	24,8 a	23,9 a	24,1 a
30	24,4 ab	25,3 a	24,1 b
5	22,8 a	21,8 b	21,6 b
6	22,8 b	22,8 b	26,5 a
10	25,0 a	25,1 a	25,0 a
11	25,5 a	25,4 a	25,2 a
13	24,2 a	24,0 a	23,8 a
18	25,8 a	25,6 a	25,5 a
19	26,5 a	26,2 a	26,0 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observa-se, também, através da Tabela 5, que com a simples alocação das caixas d'água em locais sombreados é possível se obter, na época de verão, redução da temperatura da água em relação a temperatura da água das caixas expostas ao sol (Figuras 5 e 6), sendo esta redução de aproximadamente 3°C nas caixas sem isolamento e de cerca de 1°C nas caixas pintadas com tinta branca.

Tabela 4. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	25,0 a	24,6 a	24,7 a
10	25,4 a	25,1 a	25,1 a
12	25,8 a	25,3 a	25,4 a
14	26,1 a	26,0 a	25,9 a
16	26,5 a	26,4 a	26,5 a
18	26,6 a	26,6 a	26,5 a
Média	25,9 a	25,7 a	25,7 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

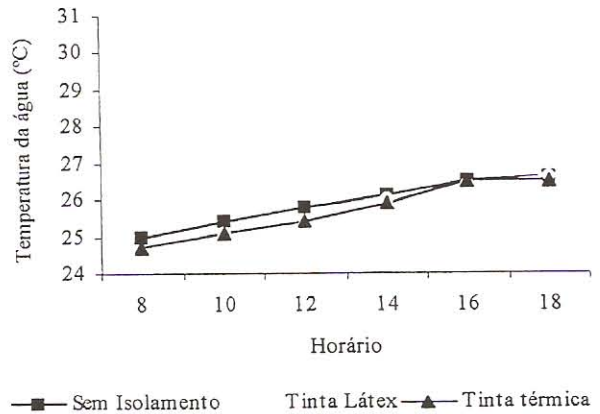


Figura 4: Variação da temperatura da água nas caixas expostas a sombra, com diferentes pinturas, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

A Tabela 5 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase I do experimento (verão), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 5. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)		Tinta látex T. da água (°C)		Tinta térmica T. da água (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	26,5 a	25,0 b	25,0 a	24,6 a	24,9 a	24,7 a
10	27,6 a	25,4 b	25,8 a	25,1 a	25,1 a	25,1 a
12	28,0 a	25,8 b	27,0 a	25,3 b	26,7 a	25,4 b
14	29,2 a	26,1 b	27,6 a	26,0 b	28,3 a	25,9 b
16	30,3 a	26,5 b	27,7 a	26,4 b	27,8 a	26,5 b
18	30,3 a	26,6 b	28,1 a	26,6 b	28,1 a	26,5 b
Média	28,7 a	25,9 b	26,9 a	25,7 b	26,8 a	25,7 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

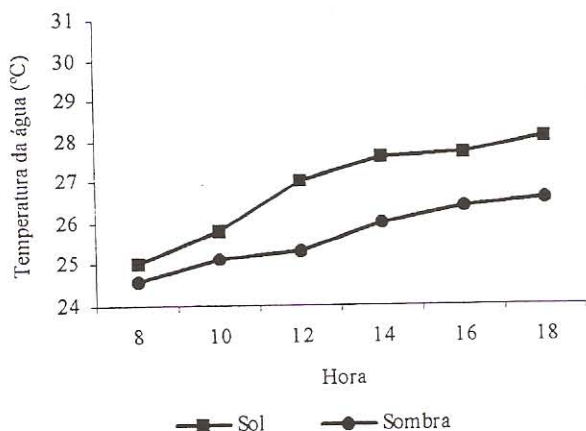


Figura 5: Variação da temperatura da água nas caixas pintadas com tinta látex, expostas ao sol e a sombra, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

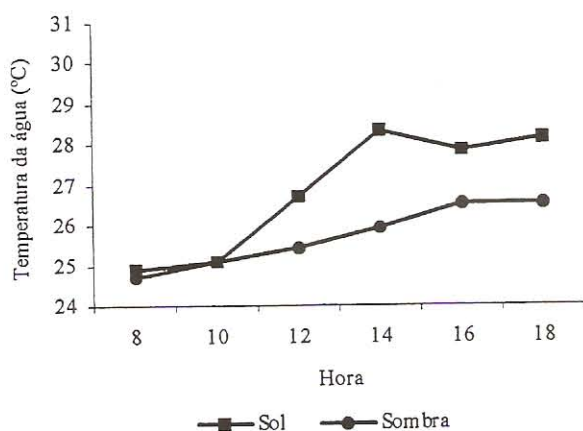


Figura 6: Variação da temperatura da água nas caixas pintadas com tinta térmica, expostas ao sol e a sombra, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

De acordo com os resultados estatísticos apresentados nas Tabelas 6 e 7., conclui-se que, no período de outono, a exposição da caixas d'água ao sol apresenta resultados semelhantes ao período de verão, ou seja, a utilização de caixas sem isolamento proporciona um aumento da temperatura da água dentro das caixas, cerca de 3 °C e as caixas pintadas com tinta branca não se diferenciaram-se entre si, sendo a redução da temperatura da água nas caixas expostas ao sol influenciada pela cor branca das tintas utilizadas, porém observa-se que na época de outono a temperatura da água dentro das caixas apresenta-se bem inferior em relação ao verão.

A Tabela 6 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase II do experimento, ou seja, outono, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 7 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 6. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase II (outono), nos dias estudados.

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
18	22,9 a	21,3 b	21,9 b
26	22,1 a	19,2 b	19,6 b
27	21,9 a	19,3 b	19,1 b
2	25,9 a	22,8 b	22,8 b
3	24,4 a	23,0 b	22,6 b
4	24,8 a	22,9 b	22,8 b
8	18,0 a	17,0 b	17,1 b
9	24,0 a	21,0 b	21,1 b
10	21,7 a	19,0 b	18,9 b
11	19,5 a	17,2 b	17,5 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 7. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sol, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	24,9 a	21,9 b	21,8 b
10	25,1 a	22,0 b	22,1 b
12	25,7 a	22,2 b	22,4 b
14	26,8 a	23,5 b	23,7 b
16	26,5 a	23,7 b	23,6 b
18	26,3 a	23,5 b	23,4 b
Média	25,9 a	22,8 b	22,8 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observando-se os resultados estatísticos das Tabela 8 e 9, pode-se concluir que, novamente, o período de outono foi semelhante ao período de verão, sendo que a simples alocação das caixas d'água em um local sombreado é suficiente para eliminar a diferença de temperatura da água entre as caixas. Nestes locais as tintas isolantes utilizadas não proporcionaram mudança significativa na temperatura da água, igualando-se com as caixas não pintadas.

Tabela 8. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase II (outono), nos dias estudados.

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
18	23,0 a	22,7 a	22,8 a
26	20,7 a	20,6 a	20,2 a
27	20,5 a	20,5 a	20,2 a
2	24,1 a	23,7 a	23,4 a
3	24,0 a	23,5 a	23,1 a
4	23,7 a	23,0 a	22,8 a
8	18,6 a	17,8 ab	17,6 b
9	21,5 a	21,4 a	21,4 a
10	20,2 a	19,7 a	19,6 a
11	19,3 a	18,6 a	18,4 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

A Tabela 8 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase II do experimento (outono), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 9 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 9. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
8	23,6 a		23,3 a		23,8 a	
10	23,7 a		23,4 a		22,8 a	
12	24,0 a		23,6 ab		22,9 b	
14	24,8 a		24,5 ab		23,8 b	
16	24,5 a		24 a		23,7 a	
18	24,1 a		23,8 a		23,5 a	
Média	24,1 a		23,7 a		23,4 a	

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Através dos resultados das Tabela 10, conclui-se que, durante o período de outono, a alocação das caixas d'água em um local sombreado é importante quando não se utiliza pintura reflectiva nestes reservatórios, conseguindo-se uma redução de cerca de 2 °C na temperatura da água. Quando não se dispõe de locais sombreados adequados para a instalação das caixas d'água recomenda-se, com base nos dados da Tabela 10, que estas sejam pintadas com tinta de cor branca.

A Tabela 10 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase II do experimento (outono), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 10. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	24,9 a	23,6 b	21,9 b	23,3 a	21,8 b	23,8 a
10	25,1 a	23,7 b	22,0 b	23,4 a	22,1 a	22,8 a
12	25,7 a	24,0 b	22,2 b	23,6 a	22,4 a	22,9 b
14	26,8 a	24,8 b	23,5 a	24,5 a	23,7 a	23,8 b
16	26,5 a	24,5 b	23,7 a	24 a	23,6 a	23,7 a
18	26,3 a	24,1 b	23,5 a	23,8 a	23,4 a	23,5 a
Média	25,9 a	24,1 b	22,8 a	23,7 a	22,8 a	23,4 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

De acordo com os resultados estatísticos das Tabelas 11 e 12, pode-se concluir que na época do inverno, assim como no outono e verão, em caixas expostas ao sol ocorre uma redução significativa da temperatura da água dentro das caixas pintadas com tinta branca, em relação a temperatura da água na caixa sem pintura, porém, neste período a redução foi de aproximadamente 1°C.

A Tabela 11 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase III do experimento, ou seja, inverno, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 12 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 11. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase III (inverno), nos dias estudados.

Dia	Testemunha	Tinta látex	Tinta térmica
	T. da água (°C)	T. da água (°C)	T. da água (°C)
26	21,6 a	19,8 b	19,3 b
27	21,6 a	20,4 b	20,4 b
28	22,2 a	18,3 b	18,2 b
29	21,6 a	19,2 b	19,1 b
30	22,2 a	18,9 b	18,9 b
3	24,1 a	21,5 b	21,4 b
4	23,9 a	20,9 b	21 b
5	21,1 a	18,5 b	18,5 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 12. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Testemunha	Tinta látex	Tinta térmica
	T. da água (°C)	T. da água (°C)	T. da água (°C)
8	21,0 a	20,2 ab	20,0 b
10	21,2 a	20,3 a	20,3 a
12	21,4 a	20,7 a	20,9 a
14	22,0 a	20,8 b	21,2 ab
16	22,0 a	20,4 b	20,2 b
18	21,8 a	20,2 b	20,1 b
Média	21,6 a	20,4 b	20,4 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Nas caixas deixadas à sombra não foi observado influência da pintura das caixas, verificando-se temperaturas da água semelhantes dentro das caixas pintadas e das caixas sem pintura (Tabelas 13 e 14), sendo os resultados no inverno semelhantes aos das outras épocas estudadas.

Tabela 13. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase III (inverno), nos dias estudados.

Dia	Testemunha	Tinta látex	Tinta térmica
	T. da água (°C)	T. da água (°C)	T. da água (°C)
26	21,3 a	20,5 a	20,4 a
27	22,3 a	21,7 a	21,5 a
28	20,8 a	20,3 a	20,2 a
29	20,2 a	19,3 ab	19,1 b
30	19,2 a	19,4 a	19,2 a
3	22,5 a	22,0 a	21,8 a
4	21,5 a	21,4 a	21,3 a
5	20,5 a	19,9 a	19,8 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

A Tabela 13 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase III do experimento (inverno), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 14 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 14. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Tinta látex		Tinta térmica
	Testemunha T. da água (°C)	T. da água (°C)	T. da água (°C)
8	21,9 a	21,4 a	21,0 a
10	22,0 a	21,3 a	21,2 a
12	22,4 a	21,6 ab	21,3 b
14	22,9 a	22,4 a	22,0 a
16	22,9 a	22,0 a	22,1 a
18	22,0 a	21,8 a	21,5 a
Média	22,3 a	21,7 a	21,5 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observa-se, através da Tabela 15, que no período de inverno, a alocação de caixas d'água em locais sombreados não apresenta resultado de redução da temperatura da água quando comparado com caixas deixadas ao sol em todos os tratamentos testados.

A Tabela 15 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase III do experimento (inverno), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 15. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	21,0 a	21,9 a	20,2 a	21,4 a	20,0 a	21,0 a
10	21,2 a	22,0 a	20,3 a	21,3 a	20,3 a	21,2 a
12	21,4 a	22,4 a	20,7 a	21,6 a	20,9 a	21,3 a
14	22,0 a	22,9 a	20,8 b	22,4 a	21,2 a	22,0 a
16	22,0 a	22,9 a	20,4 b	22,0 a	20,2 b	22,1 a
18	21,8 a	22,0 a	20,2 b	21,8 a	20,1 b	21,5 a
Média	21,6 a	22,3 a	20,4 a	21,7 a	20,4 a	21,5 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

4 - CONCLUSÃO

Durante as épocas de verão, outono e inverno a pintura das caixas com tinta branca proporciona uma redução signifi -

cativa da temperatura da água dentro das caixas expostas ao sol. Outra prática eficaz para se reduzir a temperatura da água dentro das caixas é a alocação destas em local sombreado, o que proporcionará uma redução da temperatura da água independentemente da pintura utilizada.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HARRIS JUNIOR, G.C.; NELSON, G.S.; SEAY, R.L.; DODGEN, W.H. "Effects of drinkings water temperature on broiler performance". *Poultry Science*, v.543, n° 1., p. 775-779, 1975.
- [2] SILVA, I.J.O. "Desenvolvimento de modelos para análise da influência das condições ambientais na produção industrial de ovos". Abr. 1998. 142p. *Tese (doutorado)*- Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- [3] SEVEGNANI, K.B.; SILVA, I.J.O.; RODRIGUES, E.H.V.; NAAS, I.A. "Variação da temperatura da água de bebida em galpões avícolas". In: *Conferência Apinco De Ciência E Tecnologia Avícolas*, 1995, Curitiba. Resumos... Curitiba: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p. 265-266.
- [4] HANNAS, M.I. "Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. Ambiente e qualidade na produção industrial de suínos." Piracicaba: FEALQ, 1999.
- [5] ESMAY, M.L. "Principles of animal environment". *Wesport. AVI Publish*. 1978, 358p.
- [6] MACARI, M. "Água de beber na dose certa". *Revista Aves & Ovos*, São Paulo. APA-Associação Paulista de Avicultura. Ano XI, n° 6, p.40-48, Abr. 1995.
- [7] MACARI, M. Macari. "Água na avicultura industrial." Jaboticabal, SP. FUNEP. 1996. pag. 27-71.
- [8] KAMPEN, M.V. "Effects of drinking water temperature and leg cooling on heat stress of laying hens (*gallus domesticus*)". *Journal of Thermal Biology*, v. 13 n° 1, p.43-47, 1988.

6 - BIOGRAFIA DOS AUTORES

Iran José Oliveira Da Silva é Engenheiro Agrícola pela UFLA, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola pela FEAGRI-UNICAMP; Coordenador e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) e professor do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP.

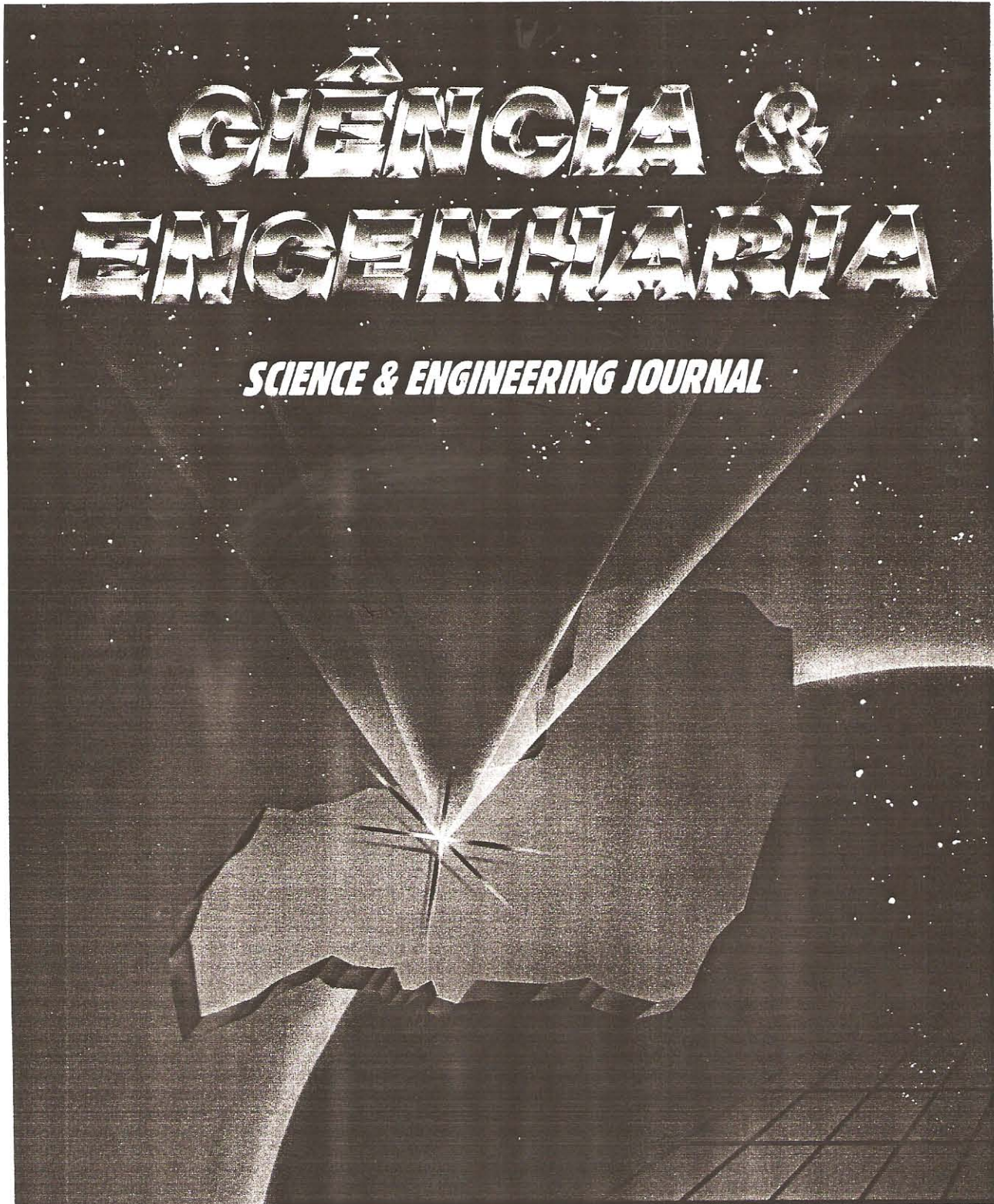
Maurício Perissinotto é Engenheiro Agrônomo pela ESALQ/USP; Mestrando em Física do Ambiente Agrícola, na ESALQ/USP, email: mauricioperissinotto@zipmail.com.br

Daniella Jorge De Moura é Engenheira Agrônoma pela ESALQ/USP; Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola pela FEAGRI-UNICAMP; Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) e professora do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP.

ISSN 0103-944X
ANO 11 - NÚMERO 2 - JULHO/DEZEMBRO

REVISTA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

2002



INFLUÊNCIA DA PINTURA REFLETIVA EM CAIXAS D'ÁGUA SUBMETIDAS AO SOL E À SOMBRA NA TEMPERATURA EFETIVA DA ÁGUA DE BEBIDA PARA UTILIZAÇÃO EM AVIÁRIOS E SUINOCULTURA

INFLUENCE OF THE REFLECTIVE PAINTING IN WATER STORAGE SUBMITTED TO THE SUN AND THE SHADE ON DRINKING WATER TEMPERATURE FOR USE IN POULTRY AND SWINE FARM

Iran José Oliveira da Silva, Mauricio Perissinotto, Daniella Jorge de Moura

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Av. Pádua Dias 11
13418.900 - Piracicaba - SP - Brasil
e-mail: mauricioperissinotto@zipmail.com.br

ABSTRACT

This research had the objective to evaluate the water temperature variation of water storages under solar radiation and shade, with different covering paintings. The trial was conducted in three phases in the Nucleus of Environmental Research (NUPEA) of ESALQ-USP located in Piracicaba, State of São Paulo. The Phases I, II and III were conducted on summer, autumn and wintertime of 2000, respectively. The water temperature data were registered all day long. The randomized block design was used as statistical analysis, and the variation test was calculated by the Tukey test. The trial used 3 treatments in 10 days as replication. The treatments were: water storage with white latex painting, water storage without any painting and thermal reflective painting, both under solar radiation and shade. The results showed that the white latex painting and the thermal reflective painting reduced the water temperature in the water storages when compared with the water storages without painting during summer, autumn and winter time, when exposed to solar radiation. The shade was significantly on summer period.

Keywords: water temperature, thermal isolation, reflexive painting, water reservoir.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação da temperatura da água em caixas com diferentes pinturas expostas ao sol e a sombra. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. As fases I, II e III foram conduzidas no verão, outono e inverno, respectivamente. Os dados foram registrados ao longo do dia. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso sendo a análise da variância feita através do teste de Tukey. Foram utilizados 3 tratamentos e 10 dias como repetição; os tratamentos consistiram em caixas pintadas com tinta látex branca, caixas sem pintura e caixas pintadas com uma tinta térmica branca, expostas ao sol e à sombra. Os resultados obtidos mostraram que a pintura das caixas com tinta látex branca e com tinta térmica reduziram a temperatura da água dentro das caixas quando comparadas com as caixas sem pintura, durante os períodos de verão, inverno e outono, quando expostas ao sol. A exposição à sombra foi significativa para a redução da temperatura da água, em relação as caixas expostas ao sol, durante o período de verão.

Palavras Chave: temperatura da água, isolamento térmico, pintura reflexiva, reservatório de água.

1 - INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados pelos avicultores nos trópicos é o estresse calórico, que causa nos animais alcalose respiratória e, por consequência, até que eles tenham o equilíbrio ácido-base recuperado, o desempenho fica comprometido.

As aves e os suínos, sendo animais homeotermos, devem manter a temperatura corporal relativamente constante, independentemente da variação da temperatura ambiente. Para que isto aconteça é indispensável que as aves tenham condições de gerar ou dissipar calor de acordo com a temperatura efetiva do ambiente (HANNAS, 1999).

Em condições de desconforto causado pelo calor, o animal reage por meio da vasodilatação, facilitando o fluxo de calor do interior do corpo para a superfície, onde a dissipação para o ambiente ocorre mediante a condução,

convecção, radiação e evaporação. Na medida em que o desconforto aumenta, o animal aumenta o ritmo respiratório, o que permite a remoção do calor corporal, principalmente na forma latente, diretamente do interior do corpo. Havendo o agravamento do estresse calórico, a temperatura corporal aumenta e ocorre declínio do consumo de alimento; persistindo essa situação, pode resultar em morte (HARRIS, 1975). De acordo com ESMAY (1978), a quantidade de calor trocado entre o animal e a sua circunvizinhança depende das condições termodinâmicas do ambiente. Quando a temperatura ambiente é maior ou menor que a faixa estabelecida como ótima de conforto animal, faz-se necessário o emprego de artificios capazes de possibilitar o equilíbrio térmico entre o animal e o meio ambiente.

A influência do ambiente deve ser considerada no sistema de produção, na medida que pode limitar o mesmo.

INFLUÊNCIA DA PINTURA REFLETIVA EM CAIXAS D'ÁGUA SUBMETIDAS AO SOL E À SOMBRA NA TEMPERATURA EFETIVA DA ÁGUA DE BEBIDA PARA UTILIZAÇÃO EM AVIÁRIOS E SUINOCULTURA

INFLUENCE OF THE REFLECTIVE PAINTING IN WATER STORAGE SUBMITTED TO THE SUN AND THE SHADE ON DRINKING WATER TEMPERATURE FOR USE IN POULTRY AND SWINE FARM

Iran José Oliveira da Silva, Mauricio Perissinotto, Daniella Jorge de Moura

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Av. Pádua Dias 11
13418.900 - Piracicaba - SP - Brasil
e-mail: mauricioperissinotto@zipmail.com.br

ABSTRACT

This research had the objective to evaluate the water temperature variation of water storages under solar radiation and shade, with different covering paintings. The trial was conducted in three phases in the Nucleus of Environmental Research (NUPEA) of ESALQ-USP located in Piracicaba, State of São Paulo. The Phases I, II and III were conducted on summer, autumn and wintertime of 2000, respectively. The water temperature data were registered all day long. The randomized block design was used as statistical analysis, and the variation test was calculated by the Tukey test. The trial used 3 treatments in 10 days as replication. The treatments were: water storage with white latex painting, water storage without any painting and thermal reflective painting, both under solar radiation and shade. The results showed that the white latex painting and the thermal reflective painting reduced the water temperature in the water storages when compared with the water storages without painting during summer, autumn and winter time, when exposed to solar radiation. The shade was significantly on summer period.

Keywords: water temperature, thermal isolation, reflexive painting, water reservoir.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação da temperatura da água em caixas com diferentes pinturas expostas ao sol e a sombra. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. As fases I, II e III foram conduzidas no verão, outono e inverno, respectivamente. Os dados foram registrados ao longo do dia. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso sendo a análise de variância feita através do teste de Tukey. Foram utilizados 3 tratamentos e 10 dias como repetição; os tratamentos consistiram em caixas pintadas com tinta látex branca, caixas sem pintura e caixas pintadas com uma tinta térmica branca, expostas ao sol e à sombra. Os resultados obtidos mostraram que a pintura das caixas com tinta látex branca e com tinta térmica reduziram a temperatura da água dentro das caixas quando comparadas com as caixas sem pintura, durante os períodos de verão, inverno e outono, quando expostas ao sol. A exposição à sombra foi significativa para a redução da temperatura da água, em relação as caixas expostas ao sol, durante o período de verão.

Palavras Chave: temperatura da água, isolamento térmico, pintura reflexiva, reservatório de água.

1 - INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados pelos avicultores nos trópicos é o estresse calórico, que causa nos animais alcalose respiratória e, por conseqüência, até que eles tenham o equilíbrio ácido-base recuperado, o desempenho fica comprometido.

As aves e os suínos, sendo animais homeotermos, devem manter a temperatura corporal relativamente constante, independentemente da variação da temperatura ambiente. Para que isto aconteça é indispensável que as aves tenham condições de gerar ou dissipar calor de acordo com a temperatura efetiva do ambiente (HANNAS, 1999).

Em condições de desconforto causado pelo calor, o animal reage por meio da vasodilatação, facilitando o fluxo de calor do interior do corpo para a superfície, onde a dissipação para o ambiente ocorre mediante a condução,

convecção, radiação e evaporação. Na medida em que o desconforto aumenta, o animal aumenta o ritmo respiratório, o que permite a remoção do calor corporal, principalmente na forma latente, diretamente do interior do corpo. Havendo o agravamento do estresse calórico, a temperatura corporal aumenta e ocorre declínio do consumo de alimento; persistindo essa situação, pode resultar em morte (HARRIS, 1975). De acordo com ESMAY (1978), a quantidade de calor trocado entre o animal e a sua circunvizinhança depende das condições termodinâmicas do ambiente. Quando a temperatura ambiente é maior ou menor que a faixa estabelecida como ótima de conforto animal, faz-se necessário o emprego de artificios capazes de possibilitar o equilíbrio térmico entre o animal e o meio ambiente.

A influência do ambiente deve ser considerada no sistema de produção, na medida que pode limitar o mesmo.

As adaptações fisiológicas que os animais apresentam em determinados ambientes é importante, não apenas em função da sobrevivência mas em relação aos aspectos econômicos ligados a produção animal, pois estes efeitos de adaptação podem influenciar a utilização do alimento para crescimento em oposição a manutenção (HANNAS, 1999).

KAMPEM (1988) analisou os efeitos da temperatura da água de bebida sobre o estresse calórico e constatou que o abaixamento da produção de calor é positivamente relacionada com a temperatura da água. A temperatura da água estando aproximadamente igual com a do ambiente reduz o estresse calórico, porém, está água estando fria reduz muito mais.

Uma das formas de defesa das aves contra as elevadas temperaturas é o consumo de água. A terra tem cerca de 2/3 de sua superfície ocupada pelos oceanos, assim como o corpo humano e o das aves, tem em peso, aproximadamente a mesma proporção de água. Deve-se atentar para a presença da água em todos os fenômenos vitais e perceber a importância de tê-la em quantidade e qualidade qualquer que seja o ramo da criação (MACARI, abril 1995).

Devido ao seu elevado calor específico, a água, pode absorver o calor liberado na reação de queima de carboidratos e gordura. Além disso, evapora rapidamente, removendo muitas unidades calóricas do organismo, como calor latente de vaporização. A água é o nutriente essencial necessário em maior quantidade e possui propriedades físicas, que lhe permitem atuar como meio de transporte para os demais nutrientes e produtos do metabolismo, além de intensificar as reações celulares (SEVEGNANI, 1995). Por outro lado, a água é um perigoso veículo de disseminação de doenças, mas, como o mundo é feito de contrastes, a água que traz a doença traz também o remédio: é o mais eficiente meio de medicação em massa (MACARI, 1996).

A temperatura da água ao longo do avião, quando se utiliza bebedouros tipo calha, varia com o horário e com a posição no percurso, sendo fundamental a sua entrada a uma temperatura mais amena, para evitar um aquecimento muito grande e uma conseqüente recusa pela ave (SILVA, 1998). Na suinocultura o tipo de bebedouro mais utilizado é o tipo chupeta e a tubulação de distribuição da água deve estar necessariamente na parte interna do galpão, pelo mesmo motivo.

Reduzindo-se a temperatura da água em até 4°C em relação a temperatura ambiente, as aves comem mais e produzem mais ovos, em quantidade e qualidade. Estudos mostram que a resposta desencadeada no nervo lingual da ave inicia-se quando a temperatura da água está na faixa de 24°C. Quando a temperatura da água atinge 36°C, há grande aumento na atividade nervosa, dez vezes maior que a 24°C. Esse evento neurofisiológico mostra que a temperatura da água acima de 24°C já é capaz de ser percebida pela ave e que, em temperaturas maiores, a transmissão da informação térmica (isto é, água quente) é emitida para o sistema nervoso central do animal. Dessa forma, cuidados especiais devem ser tomados no verão,

quando a temperatura da água atinge níveis muito próximos ou maiores que os 36°C (MACARI, 1995).

Quanto aos reservatórios de água é recomendável a utilização dos mesmos em locais protegidos, evitando um contato direto como calor ambiente. Porém, caso isso não seja possível, é aconselhável a utilização de coberturas nas caixas, para evitar a penetração direta das radiações. Outro fator que interfere na absorção das radiações solares é a cor da caixa, sendo que, a utilização de cores claras diminui a absorção, o aumento da temperatura e a penetração de calor devido à insolação.

Conforme suposto este trabalho teve como objetivo avaliar sistemas de isolamento térmico em caixas d'água, com exposição ao sol e à sombra, como mecanismos de redução da temperatura por meio de pinturas e isolantes.

2 - METODOLOGIA

O experimento foi realizado junto ao Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) no Departamento de Engenharia Rural do Campus "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas aproximadas são: a) Latitude de 22°42'40" S e b) Longitude de 47°37'30" W; a altitude varia entre 500 e 600 metros e o clima segundo a classificação de Koopen é Cwa.

Para a avaliação de sistemas de isolamento térmico em caixas d'água, foram instaladas 8 caixas d'água de cimento amianto com 500 L da marca Brasilit, sendo quatro expostas ao sol e quatro à sombra. Das caixas expostas ao sol duas foram pintadas com tinta látex branca, uma com tinta térmica branca e uma não foi pintada, sendo instaladas sobre um suporte de madeira a uma altura de 90cm em um piso gramado (Figura 1). Das caixas deixadas à sombra 1 foi pintada com tinta látex branca, 1 com tinta térmica branca e 2 não foram pintadas, sendo instaladas a uma altura de 90cm do piso de concreto e alojadas em um galpão coberto com telha francesa e com pé direito com cerca de três metros (Figura 2).

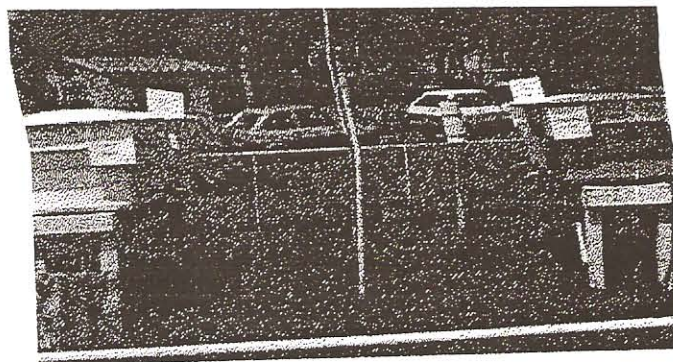


Figura 1: Vista geral das caixas expostas ao sol e isoladas com tinta látex branca, sem pintura e tinta térmica

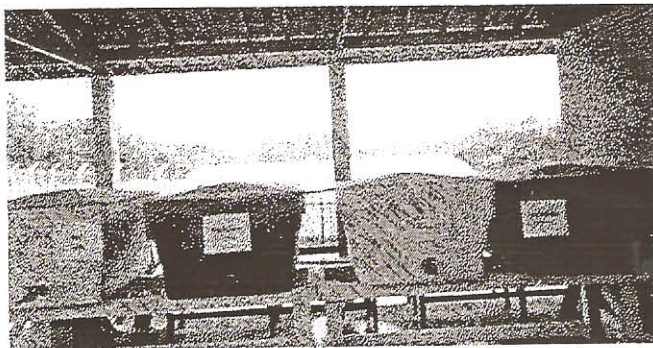


Figura 2: Vista geral das caixas alojadas em um galpão e isoladas com tinta látex branca, tinta térmica e sem pintura.

Caracterização da tinta látex: (LUKSCOLOR – látex PVA Extra branco). Composição básica: emulsão vinílica copolímero, pigmentos orgânicos e inorgânicos, cargas minerais, aditivos específicos, glicóis, amoníaco e água.

Caracterização da tinta térmica: (DUCT-AIR Termo Acústica - Indústria e Comércio LTDA). Composição básica: resina a base de acetato de polivinila, pigmentos orgânicos e inorgânicos, aditivos e água.

O experimento foi conduzido em três fases distintas, sendo: a fase I o período de verão, a fase II o período de outono e a fase III o período de inverno. A temperatura da água nas caixas e a temperatura e umidade relativa nos dois ambientes estudados (sol e sombra) foram registrados ao longo do dia, com início às 8:00 horas e término às 18:00 horas, sendo de duas horas o intervalo entre as medições.

A fase I (verão), compreendeu o intervalo de 28 de dezembro de 1999 a 19 de janeiro de 2000, sendo coletados dez dias não consecutivos do período, tendo como dia de maior entalpia (quantidade de energia no ar) o dia 18 de janeiro. A fase II (outono) compreendeu o intervalo de 18 de abril de 2000 a 11 de maio de 2000, sendo coletados dez dias não consecutivos do período, tendo o dia 02 de maio com maior quantidade de calor no ar. A fase III (inverno) compreendeu o intervalo de 26 de junho de 2000 a 05 de julho de 2000, sendo coletados oito dias não consecutivos do período, tendo o dia 27 de junho como o de maior entalpia.

Os equipamentos utilizados para a aquisição de dados foram:

- Termo-higrômetro digital da marca Icotherm: para medir a temperatura da água dentro das caixas;
- Termômetro digital da marca Mannix: para medir a temperatura e a umidade relativa nos dois ambientes estudados.

As variáveis respostas do experimento foram os valores da temperatura da água, nos tratamentos propostos: pintura com tinta látex branca, pintura com tinta térmica branca e ausência de pintura, com exposição ao sol e à sombra. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, considerando como blocos os dias de análise e os tratamentos os diferentes tipos de pintura. Para o estudo de comparação das médias adotou-se o teste de Tukey ao nível de 5% para comparação entre as médias. Os resultados de análise estatística foram obtidos pelo software SAS.

Para a análise dos dados utilizou-se os dias de maior quantidade de calor no ar (maior entalpia, Kg/Kg ar seco), seguindo a metodologia proposta por SILVA (1991), analisando-se os resultados baseando-se no dia crítico do período, ou seja, o dia de maior desconforto térmico.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados das Tabelas 1 e 2, na fase I (verão), a pintura reflexiva aumentou o isolamento das caixas d'água quando expostas ao sol em relação às caixas sem pintura, sendo o abaixamento da temperatura da água em cerca de 2°C. Porém não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre o uso de tinta látex comum e o de tinta térmica (Figura 3). O poder de decisão deverá ser considerado por meio da viabilidade econômica do material. A característica reflectiva da tinta branca não apresentou diferença entre os diferentes tipos de tinta. O principal fator que influenciou a redução da temperatura da água foi a cor branca das tintas usadas.

A Tabela 1 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase I do experimento, ou seja, verão, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 2 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 1. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase I (verão), nos dias estudados

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
28	25,8 a	24,6 b	26,6 a
29	27,4 a	25,5 b	25,5 b
30	28,3 a	26,3 b	26,4 b
5	22,8 a	22,3 a	22,1 a
6	24,4 a	23,4 b	23,4 b
10	28,7 a	26,8 b	26,6 b
11	28,6 a	26,6 b	26,4 b
13	26,3 b	24,5 c	29 a
18	28,6 a	26,6 b	26,6 b
19	29,1 a	27,2 b	27,2 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 2. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	26,5 a	25,0 b	24,9 b
10	27,6 a	25,8 b	25,1 b
12	28,0 a	27,0 b	26,7 b
14	29,2 a	27,6 b	28,3 ab
16	30,3 a	27,7 b	27,8 b
18	30,3 a	28,1 b	28,1 b
Média	28,7 a	26,9 b	26,8 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

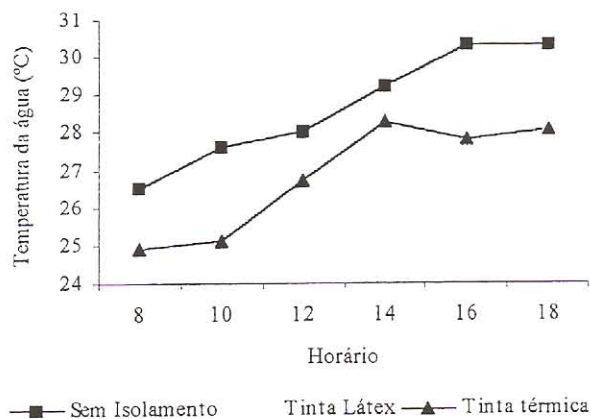


Figura 3: Variação da temperatura da água nas caixas expostas ao sol, com diferentes pinturas, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

De acordo com as Tabelas 3 e 4, quando as caixas d'água são expostas à sombra, a pintura das caixas não apresenta vantagens quando comparada com caixas sem pintura, ou seja, não houve diferença estatística entre o uso da tinta látex e o uso da tinta reflexiva na redução da temperatura da água, quando comparada com caixas sem pintura (Figura 4).

A Tabela 3 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase I do experimento (verão), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 4 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 3. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase I (verão), nos dias estudados

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
28	25,1 a	25,5 a	25,2 a
29	24,8 a	23,9 a	24,1 a
30	24,4 ab	25,3 a	24,1 b
5	22,8 a	21,8 b	21,6 b
6	22,8 b	22,8 b	26,5 a
10	25,0 a	25,1 a	25,0 a
11	25,5 a	25,4 a	25,2 a
13	24,2 a	24,0 a	23,8 a
18	25,8 a	25,6 a	25,5 a
19	26,5 a	26,2 a	26,0 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observa-se, também, através da Tabela 5, que com a simples alocação das caixas d'água em locais sombreados é possível se obter, na época de verão, redução da temperatura da água em relação a temperatura da água das caixas expostas ao sol (Figuras 5 e 6), sendo esta redução de aproximadamente 3°C nas caixas sem isolamento e de cerca de 1°C nas caixas pintadas com tinta branca.

Tabela 4. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	25,0 a	24,6 a	24,7 a
10	25,4 a	25,1 a	25,1 a
12	25,8 a	25,3 a	25,4 a
14	26,1 a	26,0 a	25,9 a
16	26,5 a	26,4 a	26,5 a
18	26,6 a	26,6 a	26,5 a
Média	25,9 a	25,7 a	25,7 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

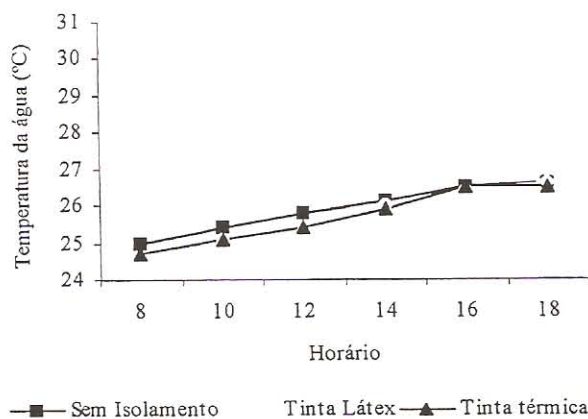


Figura 4: Variação da temperatura da água nas caixas expostas a sombra, com diferentes pinturas, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

A Tabela 5 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase I do experimento (verão), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 5. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase I (verão), ao longo do dia de maior entalpia (18/01).

Hora	Testemunha T. da água (°C)		Tinta látex T. da água (°C)		Tinta térmica T. da água (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	26,5 a	25,0 b	25,0 a	24,6 a	24,9 a	24,7 a
10	27,6 a	25,4 b	25,8 a	25,1 a	25,1 a	25,1 a
12	28,0 a	25,8 b	27,0 a	25,3 b	26,7 a	25,4 b
14	29,2 a	26,1 b	27,6 a	26,0 b	28,3 a	25,9 b
16	30,3 a	26,5 b	27,7 a	26,4 b	27,8 a	26,5 b
18	30,3 a	26,6 b	28,1 a	26,6 b	28,1 a	26,5 b
Média	28,7 a	25,9 b	26,9 a	25,7 b	26,8 a	25,7 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

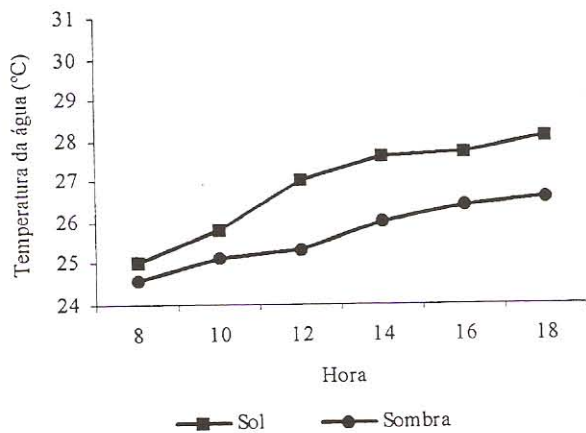


Figura 5: Variação da temperatura da água nas caixas pintadas com tinta látex, expostas ao sol e a sombra, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

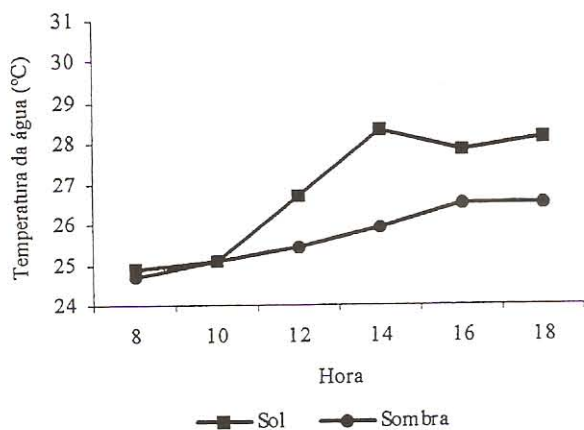


Figura 6: Variação da temperatura da água nas caixas pintadas com tinta térmica, expostas ao sol e a sombra, no dia 18/01, considerado o dia crítico do período.

De acordo com os resultados estatísticos apresentados nas Tabelas 6 e 7., conclui-se que, no período de outono, a exposição da caixas d'água ao sol apresenta resultados semelhantes ao período de verão, ou seja, a utilização de caixas sem isolamento proporciona um aumento da temperatura da água dentro das caixas, cerca de 3 °C e as caixas pintadas com tinta branca não se diferenciaram-se entre si, sendo a redução da temperatura da água nas caixas expostas ao sol influenciada pela cor branca das tintas utilizadas, porém observa-se que na época de outono a temperatura da água dentro das caixas apresenta-se bem inferior em relação ao verão.

A Tabela 6 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase II do experimento, ou seja, outono, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 7 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 6. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase II (outono), nos dias estudados.

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
18	22,9 a	21,3 b	21,9 b
26	22,1 a	19,2 b	19,6 b
27	21,9 a	19,3 b	19,1 b
2	25,9 a	22,8 b	22,8 b
3	24,4 a	23,0 b	22,6 b
4	24,8 a	22,9 b	22,8 b
8	18,0 a	17,0 b	17,1 b
9	24,0 a	21,0 b	21,1 b
10	21,7 a	19,0 b	18,9 b
11	19,5 a	17,2 b	17,5 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 7. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sol, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
8	24,9 a	21,9 b	21,8 b
10	25,1 a	22,0 b	22,1 b
12	25,7 a	22,2 b	22,4 b
14	26,8 a	23,5 b	23,7 b
16	26,5 a	23,7 b	23,6 b
18	26,3 a	23,5 b	23,4 b
Média	25,9 a	22,8 b	22,8 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observando-se os resultados estatísticos das Tabela 8 e 9, pode-se concluir que, novamente, o período de outono foi semelhante ao período de verão, sendo que a simples alocação das caixas d'água em um local sombreado é suficiente para eliminar a diferença de temperatura da água entre as caixas. Nestes locais as tintas isolantes utilizadas não proporcionaram mudança significativa na temperatura da água, igualando-se com as caixas não pintadas.

Tabela 8. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase II (outono), nos dias estudados.

Dia	Testemunha T. da água (°C)	Tinta látex T. da água (°C)	Tinta térmica T. da água (°C)
18	23,0 a	22,7 a	22,8 a
26	20,7 a	20,6 a	20,2 a
27	20,5 a	20,5 a	20,2 a
2	24,1 a	23,7 a	23,4 a
3	24,0 a	23,5 a	23,1 a
4	23,7 a	23,0 a	22,8 a
8	18,6 a	17,8 ab	17,6 b
9	21,5 a	21,4 a	21,4 a
10	20,2 a	19,7 a	19,6 a
11	19,3 a	18,6 a	18,4 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

A Tabela 8 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase II do experimento (outono), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 9 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 9. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
8	23,6 a	23,3 a	23,3 a	23,3 a	23,8 a	23,8 a
10	23,7 a	23,4 a	23,4 a	23,4 a	22,8 a	22,8 a
12	24,0 a	23,6 ab	23,6 ab	23,6 ab	22,9 b	22,9 b
14	24,8 a	24,5 ab	24,5 ab	24,5 ab	23,8 b	23,8 b
16	24,5 a	24 a	24 a	24 a	23,7 a	23,7 a
18	24,1 a	23,8 a	23,8 a	23,8 a	23,5 a	23,5 a
Média	24,1 a	23,7 a	23,7 a	23,7 a	23,4 a	23,4 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Através dos resultados das Tabela 10, conclui-se que, durante o período de outono, a alocação das caixas d'água em um local sombreado é importante quando não se utiliza pintura reflectiva nestes reservatórios, conseguindo-se uma redução de cerca de 2 °C na temperatura da água. Quando não se dispõe de locais sombreados adequados para a instalação das caixas d'água recomenda-se, com base nos dados da Tabela 10, que estas sejam pintadas com tinta de cor branca.

A Tabela 10 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase II do experimento (outono), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 10. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase II (outono), ao longo do dia de maior entalpia (02/05).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	24,9 a	23,6 b	21,9 b	23,3 a	21,8 b	23,8 a
10	25,1 a	23,7 b	22,0 b	23,4 a	22,1 a	22,8 a
12	25,7 a	24,0 b	22,2 b	23,6 a	22,4 a	22,9 b
14	26,8 a	24,8 b	23,5 a	24,5 a	23,7 a	23,8 b
16	26,5 a	24,5 b	23,7 a	24 a	23,6 a	23,7 a
18	26,3 a	24,1 b	23,5 a	23,8 a	23,4 a	23,5 a
Média	25,9 a	24,1 b	22,8 a	23,7 a	22,8 a	23,4 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

De acordo com os resultados estatísticos das Tabelas 11 e 12, pode-se concluir que na época do inverno, assim como no outono e verão, em caixas expostas ao sol ocorre uma redução significativa da temperatura da água dentro das caixas pintadas com tinta branca, em relação a temperatura da água na caixa sem pintura, porém, neste período a redução foi de aproximadamente 1°C.

A Tabela 11 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol na fase III do experimento, ou seja, inverno, durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 12 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 11. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase III (inverno), nos dias estudados.

Dia	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
26	21,6 a	21,6 a	19,8 b	19,8 b	19,3 b	19,3 b
27	21,6 a	21,6 a	20,4 b	20,4 b	20,4 b	20,4 b
28	22,2 a	22,2 a	18,3 b	18,3 b	18,2 b	18,2 b
29	21,6 a	21,6 a	19,2 b	19,2 b	19,1 b	19,1 b
30	22,2 a	22,2 a	18,9 b	18,9 b	18,9 b	18,9 b
3	24,1 a	24,1 a	21,5 b	21,5 b	21,4 b	21,4 b
4	23,9 a	23,9 a	20,9 b	20,9 b	21 b	21 b
5	21,1 a	21,1 a	18,5 b	18,5 b	18,5 b	18,5 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 12. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
8	21,0 a	21,0 a	20,2 ab	20,2 ab	20,0 b	20,0 b
10	21,2 a	21,2 a	20,3 a	20,3 a	20,3 a	20,3 a
12	21,4 a	21,4 a	20,7 a	20,7 a	20,9 a	20,9 a
14	22,0 a	22,0 a	20,8 b	20,8 b	21,2 ab	21,2 ab
16	22,0 a	22,0 a	20,4 b	20,4 b	20,2 b	20,2 b
18	21,8 a	21,8 a	20,2 b	20,2 b	20,1 b	20,1 b
Média	21,6 a	21,6 a	20,4 b	20,4 b	20,4 b	20,4 b

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Nas caixas deixadas à sombra não foi observado influência da pintura das caixas, verificando-se temperaturas da água semelhantes dentro das caixas pintadas e das caixas sem pintura (Tabelas 13 e 14), sendo os resultados no inverno semelhantes aos das outras épocas estudadas.

Tabela 13. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase III (inverno), nos dias estudados.

Dia	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
26	21,3 a	21,3 a	20,5 a	20,5 a	20,4 a	20,4 a
27	22,3 a	22,3 a	21,7 a	21,7 a	21,5 a	21,5 a
28	20,8 a	20,8 a	20,3 a	20,3 a	20,2 a	20,2 a
29	20,2 a	20,2 a	19,3 ab	19,3 ab	19,1 b	19,1 b
30	19,2 a	19,2 a	19,4 a	19,4 a	19,2 a	19,2 a
3	22,5 a	22,5 a	22,0 a	22,0 a	21,8 a	21,8 a
4	21,5 a	21,5 a	21,4 a	21,4 a	21,3 a	21,3 a
5	20,5 a	20,5 a	19,9 a	19,9 a	19,8 a	19,8 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

A Tabela 13 mostra a variação da temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra na fase III do experimento (inverno), durante os dias do período em que coletou-se os dados, e a Tabela 14 mostra a variação da temperatura da água (°C) nestas caixas ao longo do dia de maior entalpia.

Tabela 14. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas a sombra, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Tinta látex		Tinta térmica
	Testemunha T. da água (°C)	T. da água (°C)	T. da água (°C)
8	21,9 a	21,4 a	21,0 a
10	22,0 a	21,3 a	21,2 a
12	22,4 a	21,6 ab	21,3 b
14	22,9 a	22,4 a	22,0 a
16	22,9 a	22,0 a	22,1 a
18	22,0 a	21,8 a	21,5 a
Média	22,3 a	21,7 a	21,5 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

Observa-se, através da Tabela 15, que no período de inverno, a alocação de caixas d'água em locais sombreados não apresenta resultado de redução da temperatura da água quando comparado com caixas deixadas ao sol em todos os tratamentos testados.

A Tabela 15 mostra a comparação da variação da temperatura da água (°C) entre as caixas expostas ao sol e a sombra na fase III do experimento (inverno), ao longo do dia de maior entalpia do período de coleta de dados.

Tabela 15. Temperatura da água (°C) nas caixas expostas ao sol e a sombra, na fase III (inverno), ao longo do dia de maior entalpia (27/06).

Hora	Testemunha		Tinta látex		Tinta térmica	
	T. da água (°C)		T. da água (°C)		T. da água (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
8	21,0 a	21,9 a	20,2 a	21,4 a	20,0 a	21,0 a
10	21,2 a	22,0 a	20,3 a	21,3 a	20,3 a	21,2 a
12	21,4 a	22,4 a	20,7 a	21,6 a	20,9 a	21,3 a
14	22,0 a	22,9 a	20,8 b	22,4 a	21,2 a	22,0 a
16	22,0 a	22,9 a	20,4 b	22,0 a	20,2 b	22,1 a
18	21,8 a	22,0 a	20,2 b	21,8 a	20,1 b	21,5 a
Média	21,6 a	22,3 a	20,4 a	21,7 a	20,4 a	21,5 a

Resultado do teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%

4 - CONCLUSÃO

Durante as épocas de verão, outono e inverno a pintura das caixas com tinta branca proporciona uma redução signifi -

cativa da temperatura da água dentro das caixas expostas ao sol. Outra prática eficaz para se reduzir a temperatura da água dentro das caixas é a alocação destas em local sombreado, o que proporcionará uma redução da temperatura da água independentemente da pintura utilizada.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HARRIS JUNIOR, G.C.; NELSON, G.S.; SEAY, R.L.; DODGEN, W.H. "Effects of drinkings water temperature on broiler performance". *Poultry Science*, v.543, n° 1., p. 775-779, 1975.
- [2] SILVA, I.J.O. "Desenvolvimento de modelos para análise da influência das condições ambientais na produção industrial de ovos". Abr. 1998. 142p. *Tese (doutorado)*- Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- [3] SEVEGNANI, K.B.; SILVA, I.J.O.; RODRIGUES, E.H.V.; NAAS, I.A. "Variação da temperatura da água de bebida em galpões avícolas". In: *Conferência Apinco De Ciência E Tecnologia Avícolas*, 1995, Curitiba. Resumos... Curitiba: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p. 265-266.
- [4] HANNAS, M.I. "Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. Ambiente e qualidade na produção industrial de suínos." Piracicaba: *FEALQ*, 1999.
- [5] ESMAY, M.L. "Principles of animal environment". *Wesport. AVI Publish*. 1978, 358p.
- [6] MACARI, M. "Água de beber na dose certa". *Revista Aves & Ovos*, São Paulo. APA-Associação Paulista de Avicultura. Ano XI, n° 6, p.40-48, Abr. 1995.
- [7] MACARI, M. Macari. "Água na avicultura industrial." Jaboticabal, SP. FUNEP. 1996. pag. 27-71.
- [8] KAMPEN, M.V. "Effects of drinking water temperature and leg cooling on heat stress of laying hens (gallus domesticus)". *Journal of Thermal Biology*, v. 13 n° 1, p.43-47, 1988.

6 - BIOGRAFIA DOS AUTORES

Iran José Oliveira Da Silva é Engenheiro Agrícola pela UFPA, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola pela FEAGRI-UNICAMP; Coordenador e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) e professor do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP.

Maurício Perissinotto é Engenheiro Agrônomo pela ESALQ/USP; Mestrando em Física do Ambiente Agrícola, na ESALQ/USP, email: mauricioperissinotto@zipmail.com.br

Daniella Jorge De Moura é Engenheira Agrônoma pela ESALQ/USP; Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola pela FEAGRI-UNICAMP; Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA) e professora do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP.

ISSN 0103-944X
ANO 11 - NÚMERO 2 - JULHO/DEZEMBRO

REVISTA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

2002

