

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Agronomia

**ADEQUAÇÕES NO SISTEMA DE RESFRIAMENTO DA
ÁGUA DE BEBER PARA FÊMEAS SUÍNAS EM
LACTAÇÃO E GESTAÇÃO**

Lucas Barbosa Marques

Lucas Barbosa Marques

**ADEQUAÇÕES NO SISTEMA DE RESFRIAMENTO DA
ÁGUA DE BEBER PARA FÊMEAS SUÍNAS EM
LACTAÇÃO E GESTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Irene Menegali

Montes Claros

Universidade Federal de Minas Gerais

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno (A): **Lucas Barbosa Marques**

Orientador(A): **Irene Menegali**

Título do trabalho de conclusão de curso:

Adequações no Sistema de Resfriamento da Água de Beber para Fêmeas Suínas em Lactação e Gestação

Local e data da defesa: Montes Claros MG, **27** de **novembro** de **2019**

Banca de avaliadores (Orientador e no mínimo mais dois membros):

Nome : **Irene Menegali**

Assinatura: *Irene Menegali* Nota(0 a 100 pontos): 90,0

Nome : **Bruno Alexander Nunes Silva**

Assinatura: *Bruno Alexander Nunes Silva* Nota(0 a 100 pontos): 90,0

Nome : **Luiz Henrique de Souza**

Assinatura: *Luiz Henrique de Souza* Nota(0 a 100 pontos): 90,0

Nome :

Assinatura: _____ Nota(0 a 100 pontos): _____

Média: 90,0

Conceito Final: A

Aprovado(A): Reprovado(A): _____

Dedico este trabalho juntamente com todas minhas conquistas, realizações aos meus pais Ailton e Maria Ivane, meus pilares, meus irmãos e amigos.

“Entrega o teu caminho ao Senhor; confia Nele, e

Ele o fará.”

(Salmos 37:5)

RESUMO

A necessidade cada vez maior de garantir bem-estar aos animais, tem feito com que se faça modificações no ambiente com o intuito de atender essa demanda. Objetivou-se com este trabalho adequar o sistema existente em funcionamento na granja suinícola na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, para que promova a recirculação da água utilizada para dessedentar as fêmeas suínas, visando manter a temperatura em níveis adequados para o consumo. Fez-se o projeto visando melhorar de maneira econômica e eficiente. Instalou equipamentos, adicionou novas tubulações e uma motobomba com controlador de tempo para fazer a recirculação de água. Após implantação, a água da tubulação se manteve mais homogênea e em temperaturas inferiores a da água da rede e ao ambiente. Concluiu-se que houve melhoria no sistema, o que possibilitará estudos futuros sobre a influência da água resfriada nos índices zootécnicos.

Palavras chaves: Água resfriada. Bem-estar. Consumo. Suínos.

ABSTRACT

The increasing need to ensure animal welfare has made changes to the environment in order to meet this demand. The objective of this work was to adapt the existing system in operation in the swine farm at the Experimental Farm Professor Hamilton de Abreu Navarro, to promote the recirculation of water used to dissedentar swine females, aiming to maintain temperature at appropriate levels for consumption. The project was made to improve economically and efficiently. Installed equipment, added new pipes and a motor pump with time controller to make water recirculation. After implantation, pipe water remained more homogeneous and at temperatures below that of the water in the network and the environment. It was concluded that there was improvement in the system, which will allow future studies on the influence of cold water on zootechnical indices.

Keywords: Cooled water. Welfare. Consumption. Pigs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de água refrigerada e água em temperatura ambiente na unidade suinícola..	22
Figura 2 - Sistema de água refrigerada e água em temperatura ambiente após a intervenção...	23
Figura 3 - Ligação por uma nova tubulação dos dois traçados antigos.....	24
Figura 4 - Válvula de retenção instalada após a derivação.....	25
Figura 5 - Bomba centrífuga instalada no sistema.....	26
Figura 6 - Temporizador Timer digital para ligar e desligar a bomba centrífuga.....	27
Figura 7 - Isolante térmico aplicado as tubulações que não possuíam isolação.....	28
Gráfico 1 - Temperatura média da água resfriada nas baias, gestação, temperatura da água rede de fornecimento e temperatura ambiente.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da temperatura ambiental e da temperatura da água de beber no consumo de alimento, consumo de água e desempenho de suínos em crescimento.....	17
Tabela 2 - Temperaturas medidas ao longo de sete dias em sete pontos diferentes na unidade suinícola.....	29

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

FEHAN - Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro

g - Gramas

Kg – Quilograma

m – metros

mm – milímetros

°C – Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Enquadramento do Tema	14
2.2 Influência da temperatura ambiente nos suínos	14
2.3 Modificações ambientais para diminuir o estresse por calor	15
2.4 Consumo de água pelos suínos	16
2.4 Consumo de água nas fases de gestação e lactação	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Descrição do Trabalho	19
3.2 Coleta de Dados	20
3.3 Diagnóstico da situação da granja suinícola da FEHAN	20
3.1.1 Maternidade.....	21
3.1.2 Gestação	21
3.2 Alterações propostas no sistema de resfriamento de água.....	21
3.3 Alterações executadas no sistema de resfriamento de água.....	24
3.3.1 Ampliação e retirada de tubulação	24
3.3.2 Válvula de retenção.....	25
3.3.3 Bomba centrífuga	25
3.3.4 Controle do tempo de funcionamento do sistema	26
3.3.5 Aplicação de isolante térmico	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, a suinocultura do Brasil se transformou, tornando-se um sistema intensivo de confinamento, priorizando maiores ganhos, eficiência alimentar, melhoria na sanidade dos animais e com isso ocorreu um aumento na produção de suínos no país. Conseqüentemente, surgiu a necessidade de se conhecer melhor a relação entre os animais que começaram a ser confinados com o ambiente em que eles estavam inseridos (SAMPAIO *et al.*, 2007).

O Brasil é o quarto maior produtor de suínos do mundo. Dentre os estados brasileiros criadores de suínos, Santa Catarina se destaca com o maior rebanho e a maior produção. Essa atividade garante renda e desenvolvimento social no país, já que emprega imensa mão de obra, seja ela nas granjas produtoras, seja ela na agroindústria (ABPA, 2018).

A criação intensa de suínos nos dias atuais só se tornou viável devido aos avanços tecnológicos, tanto em genética quanto em nutrição, controle ambiental e manejos racionais, o que possibilitou melhora e ganho de todo o sistema de produção (CORDEIRO *et al.*, 2007). Desde então, a produção nacional vem aumentando, buscando suprir a necessidade de produção de proteína animal, garantindo alimentação de qualidade e com maior segurança. Surge com isso também a necessidade de se conhecer os efeitos ambientais nesses animais. Um exemplo é a influência das altas temperaturas no desempenho dos animais.

Modificações secundários são importantes em ambientes que não se conseguiu controlar a temperatura apenas com fontes naturais que amenize o calor. Daí a necessidade de se implanta sistemas que tem diversas finalidades, como resfriar o piso, a água, o ar e outros que promovam a circulação de ventos nas unidades suinícolas.

Como o Brasil é um país tropical, o estresse provocado pelas altas temperaturas provoca perdas significativas na produção. Estudos feitos por De Dragança *et al.* (1998) mostram que a temperatura ideal para a matriz suína que se encontra em lactação fica entre 16°C e 22°C. Diferentemente da porca, os leitões precisam de temperaturas mais elevadas, entre 32°C e 34°C. Com isso tem-se a necessidade de se modificar o ambiente para atender as necessidades desses animais.

O calor provoca estresse nas fêmeas, levando a um consumo de ração de até 40% menor do que em situação ótima de temperatura, como consequência disso, há um decréscimo na produção de leite, levando a um peso baixo da leitegada (RENAUDEUA; NOBLET, 2001). Segundo Costa e Martins (2013), nos horários de maiores temperaturas ao longo do dia, as

porcas são menos ativas, o que reduz a frequência de postura em decúbito lateral e diminui também a quantidade de vezes em que ela amamentam os leitões.

Manejar as porcas em lactação adequadamente quando submetidas ao estresse térmico é fundamental para a indústria suinícola. A alta temperatura combinada com a umidade elevada, faz com que se tenha um franco desempenho das matrizes em lactação. Como efeitos desse estresse provocado pelo calor, as porcas diminuem a ingestão de alimento e conseqüentemente diminui a produção de leite na leitegada (MORALES, 2010 e RENAUDEAU *et al.*, 2003). Assim, desenvolver sistemas que controlem o meio ambiente de maneira eficaz para contenção do estresse térmico, tem sido prioridade no manejo de porcas em gestação e lactação.

Diante disso, surgiu a necessidade de desenvolver um sistema viável e econômico para manter a temperatura da água destinada ao consumo dos suínos em produção, entre 16 e 20°C, visando garantir uma maior constância na ingestão em função das melhores condições térmicas mantidas.

Objetivou-se com este trabalho adequar o sistema existente em funcionamento na granja suinícola na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, para que promova a recirculação da água utilizada para dessedentar as fêmeas suínas, visando manter a temperatura em níveis adequados para o consumo. Necessitava-se definir o intervalo de tempo adequado para a promover a recirculação da água no novo sistema. Foi com esse intuito desenvolvido um projeto, o qual foi implementado, segundo as necessidades de adequações para manter o resfriamento da água dentro da tubulação que chega ao consumo dos animais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Enquadramento do Tema

Após o ano de 1970, a suinocultura no Brasil passou a ser realizada em sistema de confinamento, proporcionando melhoria na qualidade sanitária, conseguiu-se diminuir perdas energéticas dos animais o que culminou em aumento de produtividade. Como se desconhecia a interação animal *versus* ambiente, se tratando das condições do Brasil, foi deixada de lado, a busca por parte dos animais, de um ambiente que garantisse o bem-estar, então, em consequência disso, foram realizados estudos visando o entendimento da interação ambiente-animal-instalação, com o intuito de melhorar o sistema de produção (SAMPAIO *et al.*, 2007).

A criação intensa de suínos nos dias atuais só se tornou viável devido aos avanços tecnológicos, tanto em genética quanto em nutrição, controle ambiental e manejos racionais, o que possibilitou melhora e ganho de todo o sistema de produção (CORDEIRO *et al.*, 2007).6t5

Conforme dados obtidos no United States Department of Agriculture, dos Estados Unidos da América, no ano de 2010, o Brasil possuía em torno de 35.120 milhões de suínos, ocupando a quarta posição de produção e exportação no mundo (USDA, 2010). Dentre os estados brasileiros, Santa Catarina apresentava-se como o que possuía a maior quantidade de suínos, com produção de 1.034 toneladas de carne, aproximadamente, equivalendo a 26,26% de toda a produção brasileira (ABPA, 2018).

2.2 Influência da temperatura ambiente nos suínos

O suíno é um animal homeotérmico, sendo sua temperatura corporal mantida constante, independentemente da temperatura em que se encontra o ambiente. Ao ser expostos a temperaturas críticas, acontece alterações metabólicas no organismo com o intuito de regular a temperatura corporal e manter a homeotermia (NUNES, 2001). Em ambiente com umidade relativa e temperatura alta, o suíno tem dificuldade em dissipar calor, já que a umidade relativa alta restringe as perdas evaporativas pela respiração. Quando submetido a temperatura de 21°C, elevando a umidade de 45% para 90%, ocorreu redução nas perdas de calor, chegando a níveis de até 8% (MORALES, 2010).

Nos dias atuais, fazer adequações nas instalações e melhoria nos índices dos animais diante das variações meteorológicas, se tornou um obstáculo constante nas unidades suinícolas. Essas variações têm grande importância, visto que influencia diretamente no desempenho dos animais, como no aspecto reprodutivo e ganho de peso (CAMPOS *et al.*, 2008).

A maternidade dentre todos os setores que compõe a granja suinícola, é o local em que se apresenta a maior dificuldade quando o assunto é o conforto ambiental dos suínos, sendo que nesse local, estão presentes duas categorias animais e cada uma com sua zona de conforto térmico distinta (PERDOMO, 1995). A matriz que se encontra em lactação tem sua zona de conforto com temperaturas entre 16° e 22°C, já os leitões recém-nascidos a faixa de conforto fica entre 32° e 34°C (DE BRAGANÇA *et al.*, 1998). A elevação da temperatura no interior da maternidade com a finalidade de a suprir à necessidade térmica dos leitões faz com que em muitas situações se desconsidere a faixa ótima de temperatura das porcas, o que pode ocasionar estresse por calor, influenciando no desempenho produtivo (LIMA *et al.*, 2011).

Porcas que se encontram em lactação submetidas a ambientes com altas temperaturas, desenvolvem respiração superficial e constante, visando dissipar o calor corporal em excesso. Desconsiderando esse comportamento, as porcas diminuem o consumo de alimento e bebem uma maior quantidade de água visando manter a homeotermia (DE BRAGANÇA *et al.*, 1998). Expor esses animais continuamente a ambientes com temperaturas inadequadas, é capaz de influenciar a produção de leite e ciclo de cio, provocando redução na taxa de prenhes e morte de embriões (RENAUDEAU *et al.*, 2003).

2.3 Modificações ambientais para diminuir o estresse por calor

Existem diversas maneiras de se conseguir chegar as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento adequado dentro das edificações. Apesar disso, necessita-se procurar alternativas que sejam econômicas e eficientes, podendo utilizar tanto mecanismos naturais quanto artificiais de controle, podendo ser inseridos por meio de modificações ambientais primárias e/ou secundárias (CORDEIRO; MENEZES e PAULA, 2014).

Como mecanismos que diminuem a temperatura do ambiente no interior das construções se destacam o uso de exaustores, ventiladores, resfriadores de ar com células evaporativas e os nebulizadores, podendo estar ou não conjugados, com possibilidade de formar vários sistemas de resfriamentos. O mais utilizado dentre esses são os sistemas de ventilação forçada, ventilação localizada, resfriamento adiabático evaporativo, ventilação tipo túnel e ventilação associada à nebulização (CORDEIRO; MENEZES e PAULA, 2014).

Uma maneira de aprimorar o ambiente térmico de instalações que visem diminuir a atuação dos fatores meteorológicos exteriores é se fazendo a escolha correta dos materiais empregados na construção e a correta concepção arquitetônica. Dentre todos os materiais que se empregam na construção das instalações, o principal a se observar é o da cobertura, pois é

esse um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, o qual influencia diretamente no balanço térmico no interior das instalações (TINÔCO, 2004).

Utilizar sistemas de resfriamento evaporativo ou de ventilação, sendo o seu objetivo o auxílio no mecanismo de termo-regulação dos animais, é visto como uma alternativa para atenuar as perdas destes (MORALES, 2010). Silva *et al.* (2006) e seu trabalho utilizou um sistema que resfriou o piso das gaiolas na maternidade. Através desse sistema notou-se uma elevação da produção de leite e o peso da leitegada aumentou ao desmame em 21 dias. O que provocou isso segundo o estudo, foi o aumento no consumo de ração pelas fêmeas.

Bull *et al.*, (1997) realizou um estudo com diferentes formas de regulação de temperatura para porcas em lactação. Testou-se nesse estudo três diferentes sistemas de resfriamento: resfriamento do piso, resfriamento do focinho e uso de gotejadores. Dentre todos, o resfriamento do piso se mostrou o mais eficiente, mostrando benefícios como a termo regulação, com o intuito de aliviar os efeitos provocados pelo estresse térmico, fez as taxas respiratórias e as temperaturas retais moderarem. Uma alternativa para reduzir os efeitos negativos das altas temperaturas no desempenho de porcas em gestação na maternidade seria o resfriamento de água de consumo direto.

2.4 Consumo de água pelos suínos

A presença de água é necessária para ajustar a temperatura corporal, fazer a excreção de produtos da digestão e outras substâncias (elementos antinutricionais presentes na dieta e drogas), além de manter a homeostase mineral e saciar a sede dos animais. Com isso, é necessário que se tenha qualidade na água fornecida, para que seja expresso todo o potencial do animal (LEITE *et al.*, 2011).

Os suínos precisam ter acesso livre a água sempre que necessitarem. A quantidade de água que cada animal irá ingerir dependerá da sua idade e o estado fisiológico em que se encontra o suíno, qual foi o alimento ingerido e a quantidade que foi consumida. A temperatura do ambiente e da água irá influenciar também no consumo, assim como qual substâncias químicas foram ingeridas e o estado sanitário da suinocultura (THACKER, 2001). Uma consequência direta da falta de água ou consumo insuficiente é a diminuição do consumo de ração, fazendo com os índices de desempenho zootécnico piores, daí a necessidade de se ter água em abundância e de qualidade (PALHARES, 2011).

Os principais fatores que afetam a ingestão de água pelos suínos são: a qualidade da água disponível, o peso corporal do animal, a quantidade de sais na água, a temperatura do ambiente e da água, além da umidade relativa do ar e do alimento, a quantidade de alimento

ingerido, o teor de proteína, fibra presente no alimento, quantidade de sais, sanidade, qual o tipo de bebedouro e sua regulação (OLIVEIRA, 2010).

Em condições em que não há estresse, os suínos ingerem uma quantidade diária que corresponde a 5% ou 6% do seu peso corporal, ou seja, de 2 a 5 litros de água para cada kg de matéria seca ingerida. Para fornecer água aos animais podem ser utilizados diferentes meios, como cochos, baldes ou bebedouros automáticos, existindo vários tipos de sistemas que irão se adequar de acordo com a estrutura que o produtor detém. Os bebedouros automáticos são os mais indicados, pois não há risco de contaminação pelo contato com a fezes, e o desperdício da água será mínimo quando comparado aos bebedouros do tipo cocho e balde (LEITE *et al.*, 2011).

Ao se avaliar a quantidade de água por suínos com peso corporal entre 36 a 97 kg, chegou-se a consumo diário médio de 5,5 litros/suíno (MAMEDE, 1980). Os animais desdentados durante o período de crescimento e terminação tiveram um consumo médio diário de 2 litros, levando em conta um peso vivo de 25 kg, a 6 litros diário para um peso vivo de 110 kg (NAGAI *et al.*, 1994). Animais em crescimento ingerem de 2 a 5 litros diário de água e para o período de terminação esse volume se eleva, ficando entre 4 a 10 litros de água por dia (HARPER, 2006). Na fase de terminação, há um consumo de 4,72 litros por animal por dia (VERMEER, *et al.*, 2009).

Na Tabela 1, tem-se um estudo sobre a influência da temperatura da água na fase de crescimento de crescimento dos suínos. Através dela, pode-se ter a ideia da importância do sistema implantado.

Tabela 1 - Efeitos da temperatura ambiental e da temperatura da água de beber no consumo de alimento, consumo de água e desempenho de suínos em crescimento

Tratamento	Consumo diário de alimento (kg)	Consumo de água diário (l/kg Peso vivo)	Consumo de água diário (l/kg Ração)	Taxa de crescimento (g/dia)	Conversão
Sala Fria (22°C)					
Água a 11°C	2,19	0,049	1,5	685	3,2
Água a 30°C	1,68	0,057	2,3	593	2,8
Sala Quente (35/25°C)					
Água a 11°C	1,75	0,156	6,0	588	3,0
Água a 30°C	1,74	0,098	3,8	520	3,4

Fonte: Adaptado de CSIRO (1990) citado por Penz Junior & Viola (1995).

Como pode-se perceber, o controle de temperatura da água é de suma importância, tanto para o consumo direto da própria água como para o consumo indireto de ração. Fica evidente

que a o consumo de ração está diretamente relacionado a ingestão de água, sendo assim, os suínos ao ingerir uma maior quantidade de água, irá consumir uma maior quantidade de ração.

2.4 Consumo de água nas fases de gestação e lactação

Segundo Bonett e Monticelli (1998) os suínos exigem uma quantidade mínima de ingestão de água diária para manter em equilíbrio as perdas, produzir leite e então a partir disso, formar tecidos novos durante tanto o período de gestação como de crescimento. A quantidade de água que os suínos exigem depende de diversos fatores, como a umidade do ar, temperatura do ambiente, idade, peso vivo, ciclo reprodutivo, quantidade de ração ingerida e qual dieta está sendo consumida. Essa quantidade de água que é ingerida é condicionada pelas exigências dos organismos, sendo influenciada diretamente pela qualidade da água, temperatura da mesma, fluxo e qual tipo de bebedouro é utilizado, além do tipo da instalação e a saúde dos animais.

As fases em que as matrizes estão em lactação e gestão são as que se demandam mais quantidade de água para ingestão direta. Um dos principais fatores que influencia esse consumo são as estações do ano. Nota-se um aumento significativo na quantidade de água que é ingerida no verão em relação ao inverso. A fase de lactação dentre todas é a que mais demanda água, sendo o valor próximo do dobro do volume consumido na gestação, além do valor ser influenciado pela quantidade de leitões na leitegada (DALLA COSTA *et. al.*, 2000).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição do Trabalho

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, que situa-se a 16° 43' 41" de latitude sul e 43° 52' 54" de longitude oeste e com uma altitude de 646 metros (m). Montes Claros está 422 quilômetros ao norte da capital do estado. O clima da cidade é considerado Aw (tropical) segundo a classificação de Köppen, com chuvas no verão e outono. A precipitação média anual é de 1086,4 milímetros (mm).

Foi realizado um estudo visando implementar melhorias no sistema de resfriamento da água destinada ao consumo das fêmeas em gestação e na maternidade, fase em que a demanda por água é maior. Nessa fase, foi feito um diagnóstico dos principais problemas existentes no sistema de água para consumo na unidade de produção suínica da FEHAN.

Atualmente existe um sistema de abastecimento por meio de tubulações que derivam da caixa d'água até os bebedouros. Diante disso, foram propostas novas ligações nas tubulações já existentes para promover a recirculação da água de consumo através de um sistema de bombeamento forçado, sendo mantido também a circulação através da gravidade, fazendo com que a motobomba não fique ligada por períodos maiores que 5 minutos.

O controle da temperatura da água no sistema é feito diretamente na caixa d'água, construída a partir de um freezer, adaptado para manter a água a uma temperatura basal entre 16°C e 20°C. Para acionar o conjunto motobomba, foi implantado um timer digital, programado para ligar a cada período de tempo e funcionar por um certo tempo, até que a água aquecida e parada na tubulação do sistema, volte para a caixa d'água, local que se encontra a água refrigerada. Com isso, a água fria chega na tubulação fazendo com que a temperatura fique entre 16°C e 20°C novamente. O sistema foi adaptado e a circulação de parte do sistema passou a ser forçado, por meio de um conjunto motobomba elétrico.

Após o diagnóstico, foi proposto alterações em relação a estrutura física, com o intuito de melhorar a qualidade da água fornecida aos animais confinados. Foi realizado também o teste para averiguar a eficiência do sistema de resfriamento.

3.2 Coleta de Dados

Características sobre os aspectos construtivos como as dimensões, quais materiais foram empregados para construção, posição geográfica e altura da granja, foram obtidos tanto por entrevista com os trabalhadores da granja, como por medição direta e análise visual e fotografias. As verificações dos níveis de temperatura dentro da granja foram obtidos por meio de um Termômetro Digital Infravermelho Com Mira Laser da marca BENETECH, modelo GM300. Mediu-se também a temperatura em três pontos diferentes, uma na gestação, três na maternidade, com o intuito de saber se o sistema implantado teve eficiência. As tubulações existentes foram medidas, com um comprimento total de 38,5 m, visando dimensionar o novo sistema

Realizada a coleta de dados, fez-se a análise dos mesmos, comparações com outros dados de pesquisas já realizadas, levando em consideração as características analisadas. A partir disso, fez-se um diagnóstico sobre a real situação da instalação suinícola, especificamente o sistema de água fria, propondo medidas para melhorar, buscando um projeto ideal que atenda às necessidades dos animais e traga maior bem estar para os mesmos.

3.3 Diagnóstico da situação da granja suinícola da FEHAN

A granja suinícola da Fazenda Experimental Professor Hamilton Abreu Navarro está em pleno funcionamento, com presença de animais na divisão de maternidade no momento em que se realizou esse trabalho. O setor de gestação também dispunha de animais. A granja é classificada como de pequeno porte em função do seu tamanho. E em relação ao seu ciclo, ela apresenta-o completo, sendo os animais nascidos na granja e chegando ao ponto de abate na mesma instalação.

A estrutura que passou pela intervenção conta com oito gaiolas onde ficam as matrizes no período pré e pós parto, e ainda por determinado período até a desmama dos leitões. A outra estrutura que também recebeu as melhorias é composta de 12 gaiolas, preparadas para receber as fêmeas gestantes.

Sobre as instalações, o pé direito da construção é de 2,60 metros, o que acarreta em maior temperatura no interior das instalações. Poderia ser feito o uso de manta térmica para diminuir essa transferência de calor do telhado para o ambiente, garantindo um maior conforto térmico para a instalação.

3.1.1 Maternidade

As matrizes vão para a maternidade cinco dias antes do parto, ficando cada fêmea em uma baia individual, sendo essa dividida em três partes: área da matriz, área de amamentação dos leitões e circulação e o escamoteador. Esse último tem um sistema de aquecimento para os leitões, em que são usadas lâmpadas incandescentes comuns para produção de calor. Nessa parte do sistema, há a presença de oito gaiolas, sendo dividida, ficando quatro em cada lado. O piso das gaiolas é ripado para facilitar o escoamento dos dejetos e água.

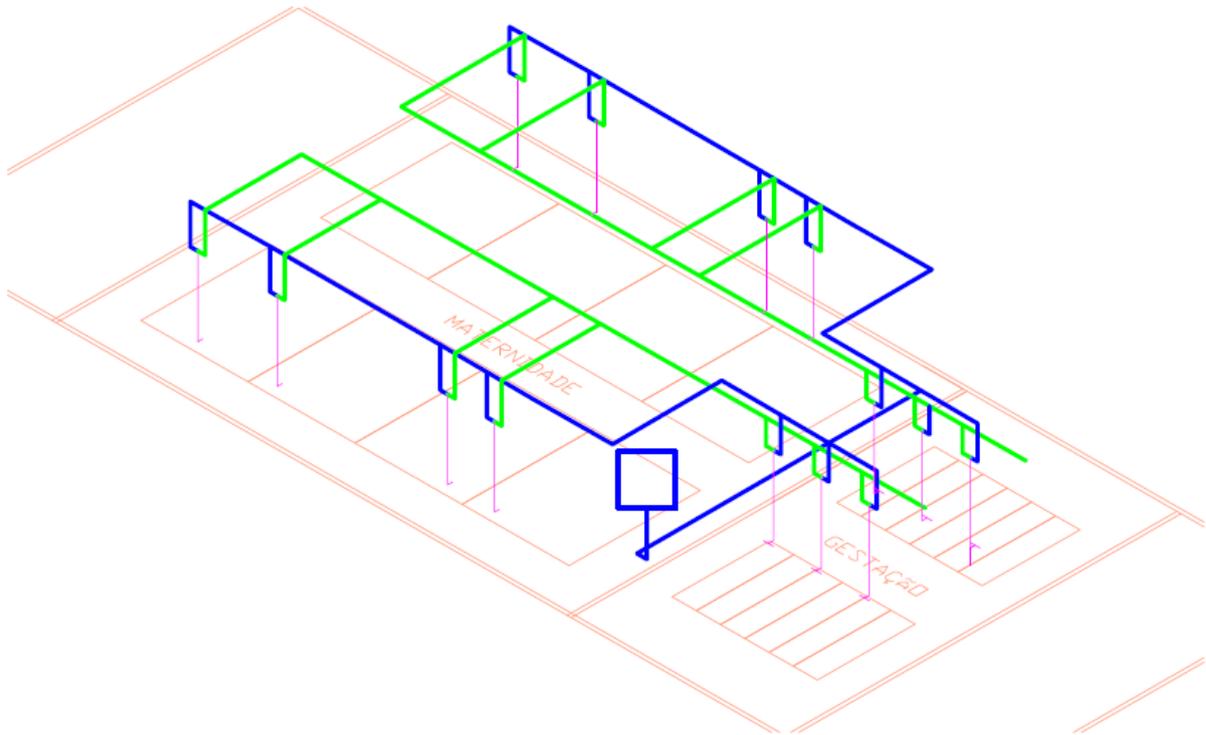
3.1.2 Gestação

Após a confirmação da prenhes, as fêmeas são levadas para as gaiolas de gestação. Nessa parte, tem-se um total de 40 vagas disponíveis. O sistema tem as mesmas características da maternidade, ambiente parecido, mesma altura do pé direito, mesmo telhado e recebem a mesma água fria provida da caixa que tem sua água resfriada. Cada vaga é individual e as fêmeas permanecem nesse setor até iminência do nascimento dos leitões, três dias a uma semana antes do parto.

3.2 Alterações propostas no sistema de resfriamento de água

O sistema existente era todo fechado. A água que saía do mesmo ia até as chupetas e bebedouros através da força da gravidade. Com isso não havia recirculação de água na maternidade, pois a mesma situava-se longe da caixa d'água, fazendo com que o calor provido do ambiente aquecesse a água que se encontrava na tubulação que vinha do sistema de refrigeração. A Figura 1 mostra o sistema antigo com suas ligações e derivações.

Figura 1 - Sistema de água refrigerada e água em temperatura ambiente na unidade suinícola



Legenda: linha verde – tubulação contendo água em temperatura ambiente

Linha azul royal – tubulação contendo água resfriada a partir da caixa d'água

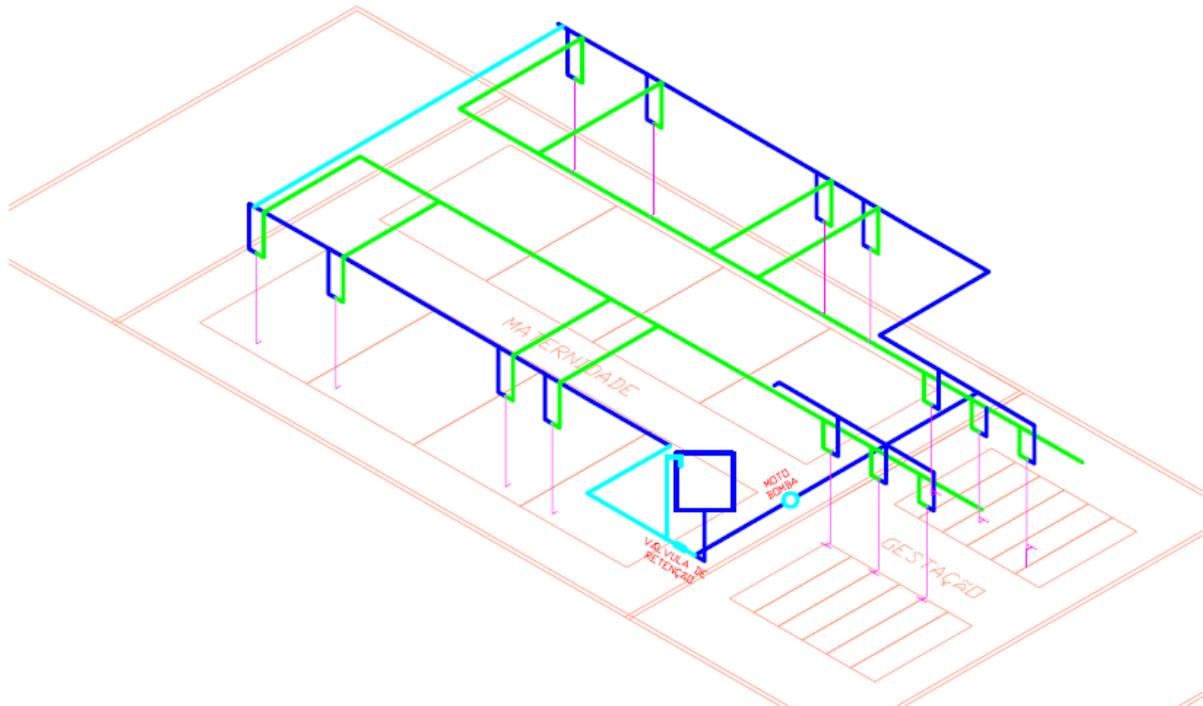
Fonte: Do autor, 2019. Sem escala.

Como pode-se notar, a água que sai da caixa d'água, percorre o sistema, e não é ingerida pelas matrizes, fica parada no sistema, o que acarreta em ganho de calor do ambiente, considerando que a temperatura ambiente seja superior a da água resfriada. A partir disso, teve-se a necessidade de se criar um novo sistema, de forma que a água não mais ficasse parada, ocorrendo a recirculação. No trabalho em questão, optou-se por recirculação delimitada por um período de tempo, já que foi inserida uma motobomba no sistema. Nas horas de maior temperatura ao longo do dia, no período entre 11 e 18 horas, a motobomba é acionada em menor espaço de tempo, com períodos de meia hora. Já nas horas com temperaturas mais amena, pela manhã e à noite, o sistema é acionado de uma em uma hora, visando maior eficiência energética e durabilidade, além de que o aumento de temperatura durante esse período é menor do que a tarde.

Analisando o que poderia ser feito e qual seria a melhor forma de fazer essa água circular no sistema da forma mais eficiente e com menor custo, tanto de implantação como de funcionamento no sistema, foram criadas novas ramificações, isolou-se parte do sistema e abriu-se novos caminhos para que a água possa circular por todo o sistema e voltar para a caixa

d'água, visando sempre manter a temperatura entre 16 e 20°C no sistema. A figura 2 mostra o novo sistema e suas adequações, assim como a adição da motobomba e de uma válvula de retenção.

Figura 2 - Sistema de água refrigerada e água em temperatura ambiente após a intervenção



Legenda: Linha verde – tubulação contendo água em temperatura ambiente
 Linha azul royal – tubulação contendo água resfriada a partir da caixa d'água
 Linha azul capri – tubulação contendo água fria que foi adicionada ao sistema

Fonte: Do autor, 2019. Sem escala.

No novo sistema, a entrada de água por gravidade passou a ser por dois pontos, antes se utilizava um único ponto e faziam-se as derivações para ambos os lados da unidade suinícola. Agora com o incremento da válvula de retenção, usada para fazer a circulação da água, quando o motobomba está em funcionamento, percorre água resfriada com a ajuda da gravidade, aumentando com isso a vazão do sistema. A válvula passou a ter duas funções: a primeira é fazer um bloqueio não deixando a motobomba succionar a água que está na tubulação; a outra é fechar o sistema após o acionamento da bomba, fazendo com que a água percorra um só caminho enquanto o sistema está sendo pressurizada.

3.3 Alterações executadas no sistema de resfriamento de água

3.3.1 Ampliação e retirada de tubulação

De início foi feita uma tubulação que liga o final dos dois sistemas para proporcionar circulação da água através da motobomba, garantindo assim que a água que sai resfriada da caixa d'água percorra toda a extensão da tubulação. Com isso garantiu-se que em todo ponto do sistema a água apresente a mesma temperatura. A tubulação existente tinha um diâmetro de $\frac{3}{4}$ ", com isso, todas as adaptações seguiram o diâmetro já adotado. Outra parte modificada foi o fechamento da primeira derivação, sendo feita uma nova tubulação ligando ao início, perto da saída de água da caixa. O intuito dessa parte do sistema foi promover um caminho mais fácil para a água que sai por gravidade. A partir da válvula de retenção foi criada uma nova tubulação para levar a água que fica no sistema para a caixa.

A figura 3 mostra a ligação que foi feita através de um tubo de PVC revestido com material isolante de cor preta, afim de ligar os dois traçados antigos que ao final do sistema antigo ficava fechado. Após a instalação, os dois traçados tornaram um só, unificando o sistema.

Figura 3 - Ligação por uma nova tubulação dos dois traçados antigos



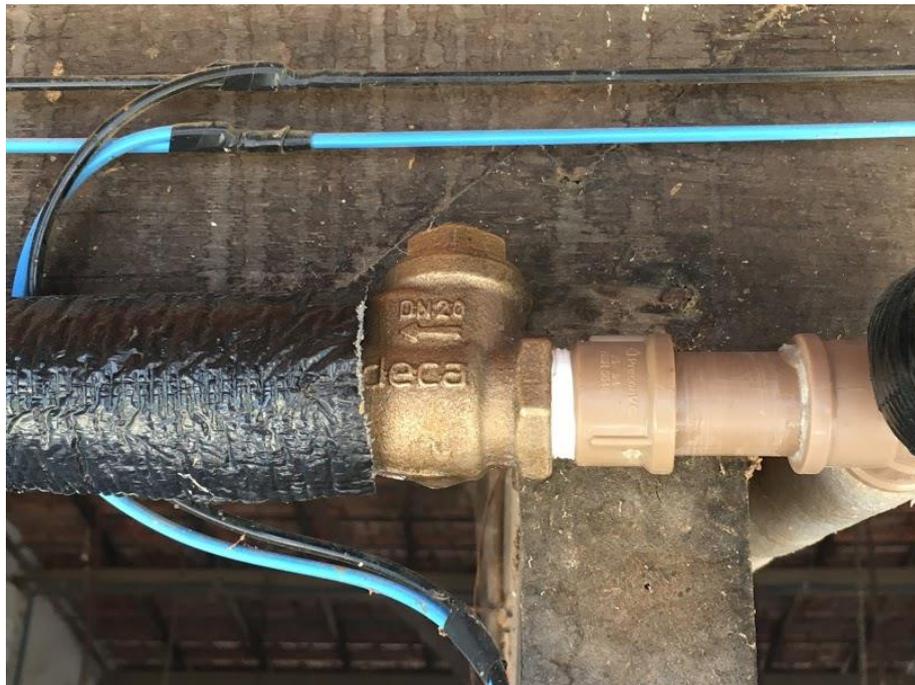
Fonte: Do autor, 2019.

3.3.2 Válvula de retenção

A válvula foi adicionada no início da tubulação, após a saída de água da caixa. Escolheu-se o modelo Válvula de Retenção Horizontal Portinhola $\frac{3}{4}$ polegadas, da marca Deca devido a atender as necessidades do projeto e o diâmetro da tubulação já existente. Fez-se uma nova tubulação a partir da implantação da mesma. Sua função é basicamente permitir que a água resfriada passe pela mesma enquanto o sistema não estiver sendo pressurizado, com atuação somente da força da gravidade e impedir que a água presente na tubulação seja succionada pelo conjunto moto bomba. Com isso, o sistema permanece todo aberto enquanto não se tem pressurização e após o mesmo ficar sobre pressão, a válvula cria um caminho que leva a água que sai da tubulação para a caixa d'água.

A válvula de retenção tem a função de não deixar a água que está na tubulação ser puxada pela bomba centrífuga. Após a bomba ser desligada, a válvula abre e deixa passar água que sai da caixa, utilizando para isso a altura manométrica disponível no sistema (FIGURA 4).

Figura 4 - Válvula de retenção instalada após a derivação



Fonte: Do autor, 2019.

3.3.3 Bomba centrífuga

A função principal do conjunto motobomba foi promover a circulação da água, já que antes da implantação a mesma ficava parada na tubulação e ao final do sistema, a água já não estava mais na temperatura que se desejava. A escolha do modelo Bomba Periférica 1/2" Hp -

BP500 - Intech Machine se deu devido a ela atender a necessidade do projeto. Com altura manométrica de 26 m, atende ao projeto, já que nesse sistema instalado não se consegue atingir essa altura. Com isso, a medida que a temperatura do ambiente aumentasse, a água também aumentava sua temperatura. Após o incremento do conjunto, pode-se fazer a água movimentar e garantir que na parte mais distante da tubulação, a temperatura fosse a mesma da saída da caixa. Outra função foi a de substituir a água parada que aqueceu na tubulação pela água resfriada que se encontra na caixa d'água.

Para pressurizar o sistema fez-se o uso de uma bomba centrífuga para poder fazer a água circular por todo o sistema (FIGURA 5).

Figura 5 - Bomba centrífuga instalada no sistema



Fonte: Do autor, 2019.

3.3.4 Controle do tempo de funcionamento do sistema

Para controlar o tempo em que o motobomba fica ligada e em que momento ela deve funcionar, inseriu-se um Programador De Tempo Digital Biv da marca Foxlux, com vinte diferentes programações. Com isso, ao longo de um período de vinte e quatro horas, o sistema funcionará vinte vezes.

O tempo de funcionamento foi definido em cinco minutos, o suficiente para que a água percorra toda a tubulação e se mantenha em temperatura constante. Considerando o dia de funcionamento, a primeira hora que a bomba centrífuga funciona são as sete horas da manhã. Nesse tempo, ela funciona basicamente de uma em uma hora até as dez horas da manhã. Após

esse período, o sistema passa a circular forçado de meia em meia hora. Garantindo que a água esteja na temperatura ideal.

Olsson e Andersson (1985) mostra que existe um pico de ingestão de água, sendo que pela manhã ele é duas horas após a ingestão de alimento e de uma hora e meia pela tarde no período da tarde. Com isso, manter valores de temperatura ideal potencializa o consumo de água e influencia diretamente o consumo. Como na maternidade a ração é automática, a sempre o estímulo para matriz levantar para comer e conseqüentemente ingerir água.

A figura 6 mostra o temporizador digital que foi utilizado para programar o tempo em que o sistema fica ligado e em quais horários deverá funcionar.

Figura 6 - Temporizador Timer digital para ligar e desligar a bomba centrífuga



Fonte: Do autor, 2019.

3.3.5 Aplicação de isolante térmico

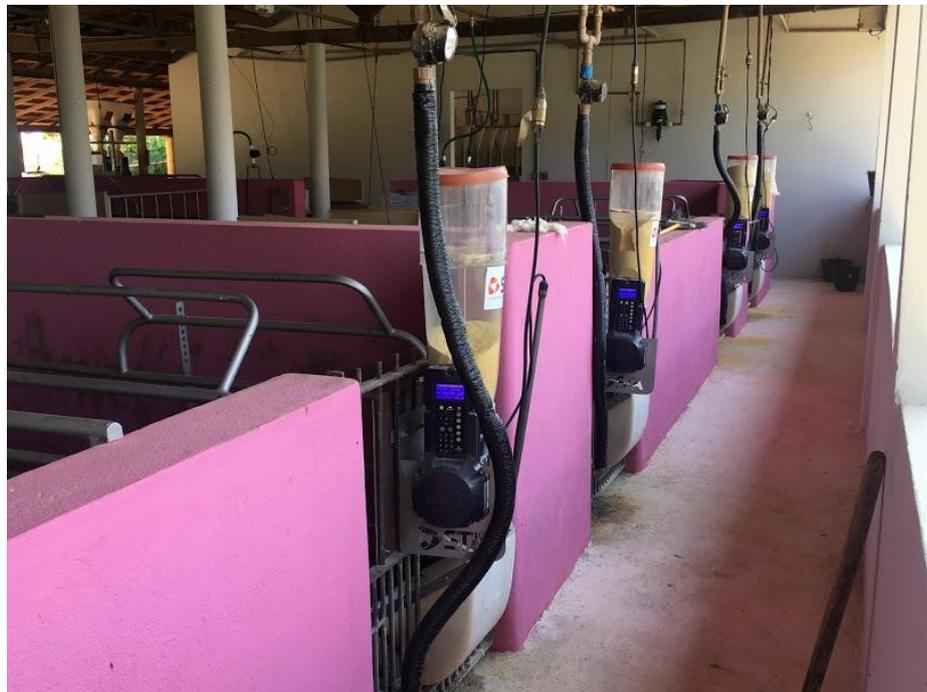
Para garantir que a temperatura ambiente influencie na temperatura da água no sistema, fez-se o isolamento de toda tubulação presente, desde a que sai da caixa d'água até os bebedouros das matrizes em lactação. Utilizou para isso o Tubo Isolante Polipex 3/4 polegadas de 2 Metros, elastomérico preto. Com isso, garantiu um maior tempo de conservação da temperatura da água. Como não foi possível fazer a circulação da água abaixo do hidrômetro, devido a esse ter a função de medir a quantidade de água ingerida pelos animais, o isolamento

se fez necessário, já que nessa parte do sistema, a água fica parada, movimentando apenas quando os animais consomem água.

Após o isolamento, a água se manteve com a temperatura almejada por um período maior, estando em temperatura adequada, sendo que ao se misturar com a água presente na tubulação acima do hidrômetro, a temperatura ficasse ideal. Essa parte do sistema era a que mais exibia problema com a água em toda a granja, sendo ela a parte principal a se melhorar.

Na figura 7 pode-se ver o isolante térmico que foi instalado em toda tubulação que não era isolada. Isso garante que a temperatura da água seja conservada por um tempo maior e não aumente muito sua temperatura até se fazer a água circular novamente através do acionamento da bomba centrífuga.

Figura 7 - Isolante térmico aplicado nas tubulações que não possuíam isolamento



Fonte: Do autor, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após implantação do projeto proposto, fez-se medidas de temperatura ao longo de sete dias, entre os dias 12 e 18 de novembro de 2019, em quatro horários diferentes: às 08 horas, às 11 horas, às 15 horas e às 18 horas. Foram medidas temperaturas em seis pontos distintos, sendo três pontos em três bebedouros diferentes na maternidade, um ponto na chupeta da gestação, um na água da rede de abastecimento e outro no centro da unidade suinícola. A escolha de mais pontos na maternidade se deu devido ao fato de que nas baias o aquecimento da água era mais evidente que na gestação, pois as mesmas ficavam mais distante do freezer usado para refrigerar a água.

Procurou-se delimitar horários em que os extremos de temperatura fossem mais sentidos. Optou-se por horários em que a temperatura ambiente estava mais amena, as oito da manhã, horários em que a temperatura ambiente começa a se elevar, as onze da manhã, as 15 horas, horário de maior radiação solar entre todos escolhidos e as 18 horas, quando a temperatura começa a cair.

A Tabela 2, mostra os dados coletados, os horários em que se fez as medições de temperaturas, as temperaturas médias nos bebedouros, as temperaturas médias do ambiente em cada horário que foi colhido os dados, as temperaturas médias da água na caixa d'água e as temperaturas média da água da rede de abastecimento, todas em °C.

Tabela 2 – Temperaturas médias medidas ao longo de sete dias em sete pontos diferentes na unidade suinícola

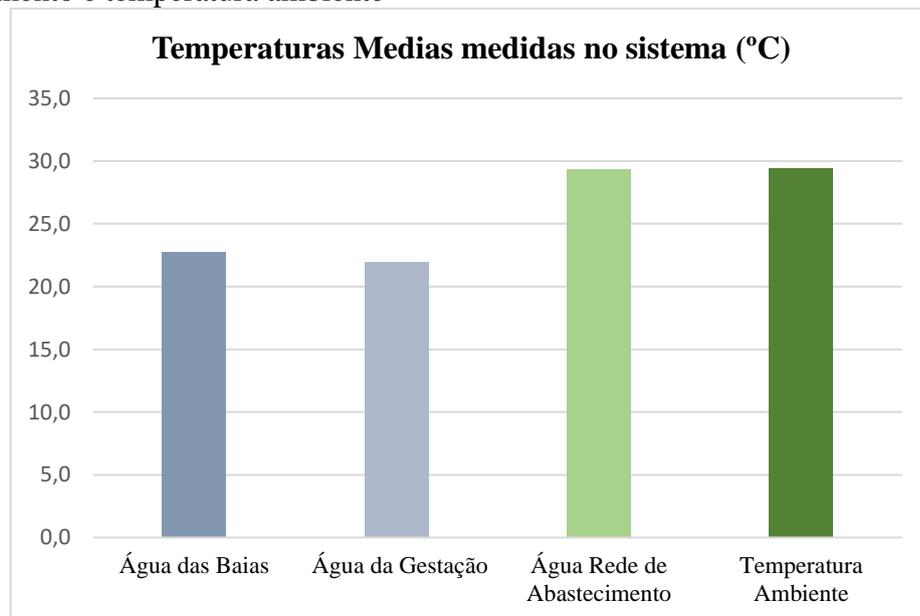
Horário (Horas)	Temperatura da água no bebedouro da maternidade e Gestação (°C)				Temperatura do Ambiente (°C)	Temperatura da água na caixa (°C)	Temperatura da água na rede (°C)
	Gaiola 1	Gaiola 2	Gaiola 3	Gestação			
08:00	21,1	20,6	20,4	19,7	26,7	21,0	27,0
11:00	23,0	22,8	23,2	22,1	30,1	22,3	29,5
15:00	23,3	23,2	22,8	22,4	30,9	24,6	30,5
18:00	24,1	24,1	24,3	23,5	30,1	25,4	30,5

A partir dos dados obtidos podemos notar que após a implantação do projeto de melhoria do sistema de resfriamento conseguiu-se temperaturas mais homogêneas. Nota-se que a temperatura da água na gestação é na maioria das vezes menor que nas gaiolas. Isso se deve ao fato de que ela fica mais próxima da caixa de armazenamento de água. Nota-se que mesmo nos dias mais quentes, conforme dados da tabela 2, a temperatura da água na tubulação que abastece as gaiolas da maternidade e da gestação é em média 7° C mais fria que a temperatura do

ambiente. De forma geral, Bonett e Monticelli (1998), constata que na fase de gestação e lactação, as fêmeas suínas necessitam de maiores quantidades de água, daí a necessidade de se preocupar em manter uma boa temperatura e aumentar o consumo de água nessas fases.

O Gráfico 1 mostra a média dos dados colhidos ao longo dos sete dias. Nota-se a diferença da temperatura que chegaria nas baias e na gestação se não tivesse o sistema de resfriamento implantado. Oliveira (2009) fala que os suínos ingerem uma quantidade de água diária que corresponde a 5 ou 6% do seu peso corporal. Segundo Palhares (2011), se os suínos não ingerirem a quantidade de água suficiente para realizar suas funções metabólicas isso influenciará diretamente no consumo de ração, fazendo com a ingestão seja menor, refletindo nos índices zootécnicos. Daí a necessidade de fornecer água de qualidade e em temperatura adequada.

Gráfico 1 - Temperatura média da água resfriada nas baias, gestação, temperatura da água rede de fornecimento e temperatura ambiente



Fonte: Do autor, 2019.

Como pode-se perceber, o controle de temperatura da água é de suma importância, tanto para o consumo direto da própria água como para o consumo indireto de ração. CSIRO (1990) citado por Penz Junior & Viola (1995) evidência que a temperatura da água e do ambiente, influencia no consumo de água pelos suínos. Quando se tem temperaturas altas do ambiente e temperatura da água em torno de 21° C, nota-se maior consumo de água pelos animais. Dessa forma, fica evidente a importância desse trabalho para melhorar o consumo de água pelas matrizes suínas, já que em regiões tropicais a temperatura ambiente ao longo do ano se encontra elevada, sendo importante resfriar a água para aumentar a ingestão pelos animais.

5 CONCLUSÕES

Diante do que foi proposto, conseguiu-se desenvolver o trabalho de maneira econômica e eficiente. O projeto proposto foi implementado visando manter a temperatura no sistema de resfriamento da água, o qual proporcionou níveis de temperatura da água mais uniforme ao longo do dia.

Conseguiu-se atender o objetivo inicial proposto. A água no sistema de resfriamento é em média 7° C mais fria que a temperatura ambiente. Manteve-se também a temperatura mais homogênea em toda extensão da tubulação.

Necessita-se fazer melhorias no freezer que resfria a água, já que em dias muito quente, não se consegue manter valores de temperaturas satisfatório devido a não se conseguir refrigerar toda água demandada, ficando com isso a temperatura acima do que se projetou.

Novos estudos devem ser feitos para que se perceba aumento no consumo de água pelas matrizes e melhoria no bem-estar das fêmeas suínas em confinamento.

REFERÊNCIAS

ABPA-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual de 2017. 2018.

BONETT, Lucimar Pereira; MONTICELLI, Cícero Jiliano (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas) 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998.

BULL, R. P. *et al.* Preference among cooling systems by gilts under heat stress. **Journal of animal science**, v. 75, n. 8, p. 2078-2083, 1997.

CAMPOS, J.A.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C. et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**, v.55, p.187-193, 2008.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; OLIVEIRA, P.A.V.; MENEGALI, I.; GUIMARÃES, M.C.C.; BAÊTA, F.C.; SILVA, J.N. Efeito de sistemas de criação no conforto térmico ambiente e no desempenho produtivo de suínos na primavera. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.1.597-1.602, 2007.

CORDEIRO, M. D.; MENEZES, T. Q.; PAULA, M. O. Capítulo 32-“Ambiência e Bem-Estar Animal na Produção de Aves e Suínos”. **Bruno Borges Deminicis & Carla Braga Martins**, p. 332, 2014.

COSTA, A.N.; MARTINS, T.D.D. Issues and challenges in meeting well-being concerns of sows and litters. **CAB Reviews**, v. 8, n. 48, 8p. 2013.

DALLA COSTA, Osmar A. et al. Avaliação do consumo de água no Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre-SISCAL. **Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2000.

DE BRAGANÇA, M.M.; MOUNIER, M.; PRUNIER, A. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? *Journal of Animal Science*, v.76, p.2017-2024, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food and agriculture. Livestock in balance.** Rome: FAO, 2009. 180p.

HARPER, A. Provision of Water for Swine. Disponível em:

<https://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-06_07/aps-349.html>. Acesso em: 15 maio 2019.

LEITE, Maurício et al. Avaliação do fornecimento de água para suínos no Cinturão Verde de Ilha Solteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA 2011, 15., 2011. Cuiabá – MT, Brasil, **Anais...**, Cuiabá – MT, 2011. 4p.

OLIVEIRA, M. V. A. M. de Recursos Hídricos e a Produção Animal Legislação e Aspectos Gerais. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HIDRICOS, 1, 2010 Concórdia - SC. **Anais...**Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 2010. p 44-51.

LIMA, Anderson Lazarini et al. Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 804-811, 2011.

MAMEDE, R. A. Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação. 1980. 23 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MORALES, O.E.S. **Aspectos produtivos de fêmeas suínas e suas leitegadas em diferentes sistemas de ambiência na maternidade**. 2010. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NAGAI, M., HACHIMURA, K., TAKAHASHI, K. Water consumption in suckling pigs. *J. Vet. Med. Sci.*, v. 56, n. 1, p. 181-183. 1994.

NUNES, C.G.V. **Efeito de um Sistema de condicionamento térmico do ambiente e da nutrição sobre o desempenho reprodutivo de porcas gestante**. 2001. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa.

OLIVEIRA, P. A. V. **Uso racional da água na suinocultura**. EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia – SC. 2009

OLSSON, O.; ANDERSSON, T. Biometric considerations when designing a valve drinking system for growing-finishing pigs. *Acta Agric. Scan*, v. 35, n. 1, p. 55-66, 1985.

PALHARES, Júlio César; MIRANDA, Cláudio Rocha. Gestão Ambiental da propriedade suinícola. In: SEGANFREDO, Milton (ed). **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 287-302.

PENZ JR, A.M.; VIOLA, E.S. Potabilidade e exigências de água nas diferentes faixas etárias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1995, Blumenau, SC. **Anais** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1995. p. 57-67.

PERDOMO, C.C. Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos na fase de maternidade. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** UFRGS, 1995, p.239 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS: 1995.

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.217-231, 2003.

RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambiente temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p.1540 - 1548, 2001.

SAMPAIO, C.A.P.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D.; QUEIRÓS, M.P.G. Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.436–440, 2007.

SILVA, B.A.N. *et al.* Effect of floor cooling on performance of lactating sows during Summer. **Livestock Science**, v. 105, p. 176 - 184, 2006.

THACKER, Phillip. Water in Swine Nutrition. In: **Swine Nutrition**, 2nd Edition. Eds: Lewis, A.J. Southern. L.L. CRC Press. 2001. p. 381-398.

TINÔCO, I.F.F. A granja de frango de corte. In: Produção de Frangos de Corte. Campinas, FACTA. p. 55-85, 2004.

USDA - United States Department of Agriculture - Foreign Agricultural Service. Livestock and poultry: world markets and trade. 2010. **2011 forecast: trade higher on broiler meat and beef demand**. Disponível em: <<https://thepoultrysite.com/articles/2011-forecast-trade-higher-on-broiler-meat-and-beef-demand>>. Acesso em: 14 Maio de 2019.

VERMEER, Herman M.; KUIJKEN, Nienke; SPOOLDER, Hans AM. Motivation for additional water use of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 124, n. 1-3, p. 112-118, 2009.