

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

João Paulo Aquino Santos

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA METEOROLÓGICO DE
PREVISÃO PARA AVES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MODELO
WRF (WEATHER RESEARCH & FORECAST MODELING SYSTEM)**

Santa Maria, RS

2018

João Paulo Aquino Santos

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA METEOROLÓGICO DE PREVISÃO PARA
AVES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MODELO WRF (WEATHER RESEARCH &
FORECAST MODELING SYSTEM)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração de Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Santana Pacheco

Santa Maria, RS

2018

Santos, João Paulo Aquino
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA METEOROLÓGICO DE PREVISÃO
PARA AVES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MODELO WRF (WEATHER
RESEARCH & FORECAST MODELING SYSTEM) / João Paulo Aquino
Santos.- 2018.
74 p. ; 30 cm

Orientador: Paulo Santana Pacheco
Coorientador: Marcos Martinez Vale
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2018

1. Análise estocástica 2. Avicultura 3.
Bioclimatologia 4. Estresse térmico 5. Meteorologia I.
Pacheco, Paulo Santana II. Vale, Marcos Martinez III.
Titulo.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSC. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

João Paulo Aquino Santos

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA METEOROLÓGICO DE PREVISÃO PARA AVES
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MODELO WRF (WEATHER RESEACH & FORECAST
MODELING SYSTEM)**

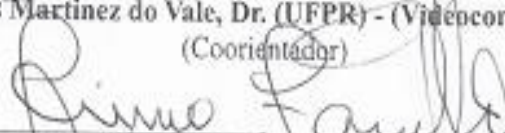
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração de Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

Aprovado em 28 de fevereiro de 2018:



Paulo Santana Pacheco, Dr.(UFSM)
(Presidente/Orientador)

Marcos Martinez do Vale, Dr. (UFPR) - (Videoconferência)
(Coorientador)



Irineo Zanella, Dr. (UFSM)



Geni Salete Pinto de Toledo, Dra. (UFSM)



Walter Lucca, Dr. (IFRS)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, especialmente minha esposa Ana, minha filha Maria Luiza, minha mãe Elmira e meu pai João Pedro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela graça de poder sonhar.

A Universidade Federal de Santa Maria, pelo oportunidade de concluir meus estudos, desde o Técnico até o Doutorado, e por me acolher como funcionário no final dessa caminhada, sou orgulhoso de ser teu filho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de realização da minha pós-graduação, aos Professores pelos conhecimentos transmitidos. A cada mestre que deixou um pouquinho de si ao longo de toda a minha vida.

À minha família, por estarem sempre presentes me apoiando nos momentos de dificuldade. Agradeço especialmente a minha filha Maria Luiza (Malu), que mesmo tão pequena precisou compreender minha ausência nos momentos de estudo e trabalho, e por me fortalecer quando as dificuldades surgiram, me mostrando que eu era muito mais forte do que imaginava.

A minha esposa Ana, minha companheira e colega de trabalho, sem tua ajuda eu jamais teria conseguido.

Aos meus pais João e Elmira, obrigado por serem minha base, mesmo distantes, foram meu alicerce, obrigado pelos ensinamentos que a academia não me deu. A minha sogra Ivone, pelo companheirismo nesses anos de pós-graduação, e por cuidar da nossa filha em nossa ausência.

Ao amigo e colega Marcos Gentil Mendes (Tigre), pela amizade, pela compreensão e pela parceria.

Aos colegas da pós-graduação, do grupo de estudos, da sala 12, Maurício, Tatiane, Daniela, Diully, Jaime e Bernardo.

Aos meus orientadores Paulo Pacheco e Marcos Vale, e ao Grupo de estudos em Modelagem Atmosférica (GRUMA/UFSM) assim como a todos os que auxiliaram e colaboraram na realização deste trabalho, a vocês minha eterna gratidão.

Aos colegas do Departamento de Zootecnia, em especial a professora Ana Gabriela Saccol, pela compreensão nos momentos de estudo e por entender as dificuldades de um pós-graduando.

Aos professores Irineo Zanella e Leonir Pascoal, pela amizade e pelos ensinamentos dentro e fora da sala de aula.

A família do Moto Grupo Pantera Negra, pelos momentos de descontração, pelos ensinamentos e pelos quilômetros de felicidade que me proporcionam.

A Malu, Ana e aos amigos Marcos (Tigre), Camila, Tanise, Ramiro e Maria Helena, por serem firmes no intuito de dobrar a meta, sem vocês a caminhada seria mais difícil.

A Capes pela concessão da bolsa.

*Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
As facilidades nos impedem de caminhar.
(Chico Xavier)*

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA METEOROLÓGICO DE PREVISÃO PARA AVES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MODELO WRF (WEATHER RESEARCH & FORECAST MODELING SYSTEM)

AUTOR: João Paulo Aquino Santos
ORIENTADOR: Dr. Paulo Santana Pacheco

A previsão do tempo é uma ciência que vem ganhando importância diante de um cenário de mudanças climáticas. Evoluções tecnológicas permitem entender e prever eventos relacionados a variáveis físicas ambientais de forma precisa, agregando uma nova ferramenta ao sistema produtivo de frangos de corte. A previsão do tempo permite uma visão futura do sistema, prevenindo perdas decorrentes da vulnerabilidade climática de instalações avícolas. O objetivo do estudo é desenvolver um sistema de previsão meteorológica através do modelo WRF (Weather Research & Forecast Modeling System), levando em consideração o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para frangos de corte, com idade entre 35 e 42 dias, através de análise de regressão múltipla e da simulação de Monte Carlo, para as estações de Maringá (PR), Dourados (MS), Piracicaba (SP), Xanxerê (SC), Joaçaba (SC), Passo Fundo (RS) e Bento Gonçalves (RS) no período de janeiro a março de 2016. Os resultados demonstraram que o modelo responde de forma satisfatória para a previsão do ITU, e que a medida que o horizonte de previsão aumenta, os valores de R^2 diminuem, conforme a estação. A probabilidade de acerto diminui de 80% no primeiro dia até 60% no sexto dia, demonstrando que o modelo WRF pode ser utilizado na previsão do ITU, como ferramenta de mitigação de impactos ambientais na produção de frangos de corte.

Palavras-chave: Análise estocástica. Avicultura. Bioclimatologia. Estresse térmico. Meteorologia.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF METEOROLOGICAL SYSTEM OF FORESTRY FOR BROILER CHICKENS THROUGH THE APPLICATION OF THE WRF (WEATHER RESEARCH & FORECAST MODELING SYSTEM)

AUTHOR: João Paulo Aquino Santos
ADVISOR: Dr. Paulo Santana Pacheco

The weather forecast is a science that has gained importance in the face of a climate change scenario. Technological evolutions allow to understand and predict events related to environmental physical variables in a precise way, adding a new tool to the productive system of broiler chickens. The weather forecast allows a future view of the system, preventing losses due to the climatic vulnerability of poultry facilities. The objective of the project is to develop a weather forecast system using the WRF (Weather Research & Forecast Modeling System) model, taking into account the Temperature and Humidity Index (ITU) for broiler chickens, aged between 35 to 42 days, through multiple regression analysis and Monte Carlo simulation, for the Maringá (PR), Dourados (MS), Piracicaba (SP), Xanxerê (SC), Joaçaba (SC) and Bento Gonçalves (RS) stations, during January to March 2017. The results demonstrate that the model responds satisfactorily to the prediction of the ITU, and that as the forecast horizon increases, the R^2 values decrease according to the station. The probability of success decreases from 80% in the first day to 60% on the sixth day, demonstrating that the WRF model can be used to predict ITU as a tool to mitigate environmental impacts in the production of broiler chickens.

Keywords: Stochastic analysis. Poultry farming. Bioclimatology. Thermal stress. Meteorology.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 1 (1dITU5_6) | 31 |
| Tabela 2. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 2 (1dITU5_6) | 32 |
| Tabela 3. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 3 (1dITU5_6) | 33 |
| Tabela 4. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 4 (1dITU5_6) | 34 |
| Tabela 5. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 5 (1dITU5_6) | 35 |
| Tabela 6. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 1 (1ditu5_6) para ITU maior que 23..... | 36 |
| Tabela 7. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 2 (1ditu5_6) para ITU maior que 23..... | 37 |
| Tabela 8. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 3 (1ditu5_6) para ITU maior que 23..... | 38 |
| Tabela 9 - Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação e mês, referente ao dia 4 (1ditu5_6) para ITU maior que 23..... | 39 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Distribuição de probabilidade da estação de Bento Gonçalves de acordo com o dia de previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade | 51 |
| Tabela 2. Distribuição de probabilidade da estação de Maringá de acordo com o dia de previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade | 52 |
| Tabela 3. Distribuição de probabilidade da estação de Dourados de acordo com o dia de previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade | 53 |
| Tabela 4. Distribuição de probabilidade da estação de Joaçaba de acordo com o dia de previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade | 54 |
| Tabela 5. Distribuição de probabilidade da estação de Passo Fundo de acordo com o dia de previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade | 55 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO..... | 12 |
| CAPÍTULO 1 – ESTUDO BIBLIOGRÁFICO..... | 14 |
| 1.1 Estresse térmico e evolução genética de frangos de corte..... | 14 |
| 1.2 Impactos dos extremos climáticos e mudanças no clima na produção de frangos de corte..... | 15 |
| 1.3 Ondas de calor..... | 16 |
| 1.4 Ambiência e zona de termoneutralidade..... | 16 |
| 1.5 Estudo de bancos de dados..... | 17 |
| 1.6 Índice de temperatura e umidade..... | 17 |
| 1.7 modelo WRF (Weather Research and Forecasting)..... | 18 |
| CAPÍTULO 2 - PREVISÃO METEOROLÓGICA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE PARA FRANGOS DE CORTE E A SUA VALIDAÇÃO..... | 20 |
| Introdução..... | 22 |
| Material e Métodos..... | 24 |
| Resultados e Discussão..... | 26 |
| Conclusão..... | 29 |
| Referências..... | 30 |
| CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO PROBABILÍSTICA DA PREVISÃO DO ITU PARA FRANGOS DE CORTE COM 5 A 6 SEMANAS DE IDADE..... | 41 |
| Introdução..... | 43 |
| Material e métodos..... | 44 |
| Resultados e discussão..... | 46 |
| Conclusão..... | 49 |
| Referências..... | 50 |
| DISCUSSÃO GERAL..... | 57 |
| CONCLUSÕES..... | 70 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |
| ANEXOS..... | 64 |

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o desenvolvimento da avicultura esteve diretamente relacionado com a intensa melhoria em áreas de produção. A necessidade de controlar o ambiente produtivo, prever eventos climáticos e o desempenho dos animais é cada vez mais necessário dentro do sistema avícola industrial, sendo a sensibilidade dos animais às variáveis físicas ambientais responsável por perdas ou desvios de produtividade. Somente há alguns anos, a indústria avícola passou a buscar nas instalações e na ambiência a possibilidade de melhoria no desempenho avícola, como forma de manter a competitividade. Assim, os fatores ambientais passaram a ser considerados por serem importantes no processo de criação dos animais (OLIVEIRA et al., 2006).

Aviários convencionais, estão expostos a ondas de calor com impacto em frangos de corte, sendo estimado perdas de 400 mil aves em uma incidência de 25 dias de ocorrência no ano (VALE, 2008). A previsibilidade de eventos climáticos extremos é de grande valia dentro da criação de frangos de corte, uma vez que analisar previamente a vulnerabilidade do sistema criatório à influência do clima, permite ações que diminuem o risco e aumentam a confiabilidade do sistema de produção.

A previsão do tempo, em geral, é baseada na leitura de modelos numéricos baseados em históricos de clima e em fatores diversos que interferem nas mudanças do tempo. O WRF (Weather Research and Forecast) é um modelo numérico orientado para a pesquisa dos fenômenos atmosféricos e a previsão do tempo em mesoescala, ou seja, levando em consideração fatores mais específicos da região, como relevo por exemplo, o que permite uma visão mais precisa do sistema. O seu desenvolvimento contínuo é fruto da colaboração entre vários centros de investigação e agências governamentais. Através das previsões deste modelo, é possível prever fenômenos dentro de estudos agrometeorológicos e reduzir os efeitos das variáveis climáticas dentro do sistema de produção.

A análise de probabilidade, através de simulação pelo método de Monte Carlo, é uma alternativa de estudo para prever eventos, onde através de análises probabilísticas pode-se determinar a probabilidade de ocorrência de um determinado evento, permitindo que se tome decisões de adequação. Usando a simulação de Monte Carlo, St-Pierre et al. (2001) demonstraram a aplicação deste modelo para um conjunto de dados sintéticos, mostrando o poder desta abordagem na interpretação dos parâmetros estimados. Um exemplo de estratégia de mitigação é a previsão por intermédio de dados zootécnicos e meteorológicos.

A produção de frangos no Brasil ainda necessita de investimentos em tecnologias e no emprego de soluções de problemas básicos que diminuem o desempenho e a viabilidade da criação, sendo a temperatura um fator com necessidade de controle durante o período de criação dos animais. Assim, estimar possíveis perdas produtivas através da relação entre as variáveis climáticas e a vulnerabilidade das instalações de determinada região, pode ser uma ferramenta para maximizar a produção e para a tomada de decisões relacionadas a ocorrências futuras relacionadas ao clima.

CAPÍTULO 1

ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

1.1 ESTRESSE TÉRMICO E EVOLUÇÃO GENÉTICA DE FRANGOS DE CORTE

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento e deposição de tecido muscular. O desempenho produtivo dessas aves atingiu índices elevados com os avanços genéticos e nutricionais, resultando em animais com metabolismo mais intenso. No entanto, sua capacidade termorreguladora parece ser deficiente para enfrentar condições de altas temperatura e umidade (LAGANA, 2005).

Este fator faz com que, apesar de todas as melhorias realizadas geneticamente ao longo dos anos e que permitiram à cadeia avícola se tornar uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, ainda seja influenciada por prejuízos oriundos de estresse térmico causado por ondas de calor e por variações bruscas na temperatura. Segundo Borges et al. (2003a), a medida que a relação entre umidade e temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, aumenta a suscetibilidade das aves ao estresse por calor, influenciando negativamente no desempenho zootécnico dos animais. Segundo Oliveira et al. (2006), entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados principalmente pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos perda de calor sensíveis e latentes.

As altas temperaturas são forte agente estressor para as aves, causando hipertermia com elevação da temperatura corporal. Essa elevação da temperatura corporal é letal para as aves em casos extremos (JULIAN, 2005). Isto se deve ao fato do frangotermoregular com relação a elevações bruscas na temperatura, bem como a exposição contínua a estresse térmico.

Em países como o Brasil, as condições de conforto térmico dificilmente são obtidas, visto que durante quase o ano todo a temperatura ambiente, a intensidade de radiação solar e a umidade do ar são muito elevadas (MARCHINI et al., 2007).

O frango de corte, com sua genética continuamente melhorada para maior taxa de crescimento, apresenta paralelamente um aumento na produção de calor corporal, demandando

meios mais eficientes e econômicos de melhorar a termotolerância e o ambiente destas aves (TEETER et al., 1985).

1.2 IMPACTOS DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS E MUDANÇAS NO CLIMA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Extremos climáticos são um dos responsáveis pela maioria das perdas materiais no mundo, sejam decorrentes de extremos de chuva, frio ou calor. Nos países localizados nas zonas intertropicais e mais recentemente na Europa e EUA, devido a mudanças climáticas, os extremos devido ao calor têm sido relatados e denominados como ondas de calor. Ondas de calor são tidas como período de tempo com temperaturas desconfortáveis durante pelo menos dois dias acima de 32°C, podendo durar vários dias ou semanas (INMET, 2016).

Desde o início do século XX, o homem vem tentando quantificar o ambiente térmico animal, utilizando correlações que possam empregar variáveis físicas ambientais como: temperatura e umidade. Em alguns casos, também são consideradas outras variáveis como a taxa metabólica, o tipo de isolamento, entre outros (MEDEIROS et al., 2005). De forma semelhante, buscou-se relacionar a produção animal com o ambiente e justificar o desempenho dos animais aliando as variáveis climáticas.

Segundo Vale et al. (2010), os fatores ambientais já são suficientes para o desencadeamento da mortalidade, porém, sistemas de baixa pressão são formados em ondas de calor devido ao rápido aquecimento de massas de ar. Vale et al. (2007) verificaram em um estudo preliminar que a pressão atmosférica é um dos fatores associados à ocorrência de mortalidade alta em frangos de corte. Essas condições somadas podem ser as que promovem uma maior letargia e prostração das aves, dificultando as trocas gasosas do sangue com a atmosfera, devido às severas alterações do microclima dos 20 cm imediatamente acima da cama do aviário. Estudos de Yahav et al. (2004) indicaram que a prostração pode impedir perdas de calor por condução pelas patas devido ao aquecimento da cama. A idade da ave, completando o empenamento próximo aos 30 dias, diminui severamente sua capacidade de trocar calor com o ambiente (CANGAR et al. 2008), formando um conjunto de fatores físicos determinantes para a incapacidade da ave perder calor em condições tão extremas como a de aviários durante ondas de calor e desencadeando a mortalidade por fadiga.

1.3 ONDAS DE CALOR

As condições climáticas são as que mais afetam diretamente as aves, por comprometer a manutenção da homeotermia, que é uma função vital (OLIVEIRA et al., 2006).

As ondas de calor que são temperaturas acima da zona de conforto térmico das aves, podendo durar até semanas, acarretando queda no desempenho das aves e mortalidade aumentada. Técnicos e produtores buscam diversas tecnologias para amenizar o efeito das ondas de calor dentro das instalações, na tentativa de amenizar os prejuízos.

O desequilíbrio fisiológico, causado por altas temperaturas e umidade relativa do ar, tem efeito direto sobre as reservas de glicogênio muscular, responsáveis pelo desenvolvimento das reações bioquímicas (PETRACCI, 2001), que determinarão a qualidade da carne e suas propriedades funcionais, ou seja, suas características que possuem implicações tecnológicas diretas e que influenciam decisivamente os aspectos econômicos dos produtos (BIANCHI et al., 2005).

Estudando o estresse crônico em frangos de corte expostos às altas temperaturas (32 – 41°C), Teeter et al., (1985) constataram alcalose respiratória nesta condição, com redução do ganho de peso corporal, consumo de ração e elevação do pH sanguíneo. Uma das consequências do estresse por calor é a ocorrência de alcalose respiratória desencadeada pela ofegação (TEETER et al., 1985). Em apenas 30 minutos com exposição a uma condição extrema de calor (38°C) já se observa aumento da temperatura corporal e elevação do pH sanguíneo de frangos de corte (TOYOMIZU et al., 2005).

1.4 AMBIÊNCIA E ZONA DE TERMONEUTRALIDADE

Segundo Curtis (1983), a temperatura corporal de cada animal depende de inúmeros fatores, tais como: parte do corpo medida, raça, idade, nível energético da dieta, atividade animal, nível de produção, ciclo estral, hora do dia e estação do ano. A temperatura da maioria dos mamíferos é de 39°C, enquanto que a das aves em criação zootécnicas é em torno de 41°C.

A manutenção da zona de conforto térmico das aves é uma busca constante dos produtores que investem em tecnologia para manter os animais em conforto térmico, por intermédio de um maior controle da temperatura dentro das instalações. No entanto, este investimento necessita de um maior conhecimento sobre as respostas das aves ao calor para

identificação do momento adequado de intensificação da climatização buscando maior conforto das aves.

A zona de conforto térmico pode ser definida como a faixa de temperatura ambiente em que a temperatura corpórea do animal é mantida com a menor utilização dos mecanismos termorregulatórios, maximizando a sua eficiência produtiva (PERDÔMO, 1995; TITTO, 1998).

No estresse por calor, ocorre o aumento da taxa respiratória (evaporação), a dilatação dos vasos da circulação periférica e a redução da atividade metabólica mediante decréscimo da liberação de hormônios da tireoide (T3 e T4). Estes mecanismos fisiológicos provocam a redução da ingestão de alimento e aumento do consumo de água (PERDÔMO, 1995).

1.5 ESTUDO DE BANCOS DE DADOS

O estudo de banco de dados pode evidenciar um efeito de um tratamento ou condição que, individualmente, não permite estabelecer conclusões por falta de potência analítica (baixo número de observações). Nesta situação, melhora o poder analítico, aumentando as chances de evidenciar diferenças entre os tratamentos caso existam. O levantamento das perdas produtivas por intermédio de meta-análise pode permitir a correta quantificação destas perdas, aliado à possibilidade de se predizer eventos climáticos, pode ser ferramenta importante para evitar prejuízos financeiros na avicultura de corte. O conhecimento do montante dos prejuízos pode permitir estimar quanto se deve investir em mitigação.

Segundo Lovatto et al., (2007), há mais de duas décadas foi proposto o estudo de banco de dados como um procedimento que combina resultados de vários estudos para fazer uma síntese reproduzível e quantificável. Essa síntese melhora a potência estatística na pesquisa, sendo mais precisa na estimação e tamanho do efeito.

1.6 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE

O ITU médio maior que 23°C, calculado a partir de dados ambientais provenientes de estações meteorológicas, é capaz de produzir mortalidade alta em frangos com mais de 28 dias quando as instalações não são climatizadas (VALE et al., 2008). Com o uso de instalações com climatização mínima (ventilação e nebulização) as condições para elevar a mortalidade estão

relacionadas com ITU máximo diário acima de 30,6°C. As condições de climatização mínima permitem um melhor conforto para as aves e, neste sistema, as máximas externas ao aviário devem ser inferiores a 34,4°C de ITU para não gerar mortalidade elevada em aves com idade acima de 30 e 40 dias para os níveis de ITU acima de 30,6° e 34,4°C respectivamente (VALE et al., 2010).

As aves têm sua capacidade de suportar calor inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior for a umidade relativa do ar, maior será a dificuldade da ave em realizar troca térmica e assim conseguir dissipar calor, devido a saturação do ar pelo vapor d'água, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

Em situações em que a temperatura do ambiente e a umidade relativa se elevam da zona termoneutra, as aves perdem a capacidade de dissipar o calor através de mecanismos cutâneos e evaporativos, tendo como resultado a elevação da temperatura corporal e o aparecimento dos sintomas do estresse por calor (CURTO et al., 2007). A importância de um índice que permite a avaliação simultânea dos valores de temperatura e umidade, permite que se possa através de um único valor, determinar níveis que poderão desencadear determinadas situações, como a mortalidade por exemplo.

1.7 MODELO WRF (WEATHER RESEARCH AND FORECASTING)

O WRF é um sistema de modelagem atmosférica projetado para pesquisa meteorológica e previsão numérica do tempo. Ele oferece uma série de opções para processos atmosféricos e pode ser executado em uma variedade de plataformas de computação. O WRF se destaca em uma gama de aplicativos em escalas que variam de dezenas de metros a milhares de quilômetros, sendo utilizado em diversas áreas do conhecimento. O modelo atmosférico WRF (Weather Research and Forecasting), segundo Wang et al. (2011), é um software moderno, livre, de código aberto, fácil manipulação e com liberdade na configuração das simulações em termos de parâmetros numéricos, físicos e dinâmicos, o que permite grande adequação ao estudo específico.

O modelo WRF foi desenvolvido por um esforço conjunto de diversos órgãos americanos, entre eles o National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) e o National Center for Atmospheric Research (NCAR), que é operado pela University Corporation

for Atmospheric Research (UCAR). Foi criado para fins de aplicação tanto em pesquisas como também operacionalmente em Previsão Numérica do Tempo. As simulações numéricas são realizadas em quatro dimensões (x, y, z, t), pois a cada passo de tempo a malha horizontal repete-se em todos os níveis verticais. Os níveis verticais são fornecidos ao modelo em coordenadas que, junto ao solo, acompanham o contorno do terreno. Uma descrição ainda mais detalhada do modelo WRF pode ser encontrada em seu manual, em Skamarock et al. (2008) e também em Carvalho (2009).

A utilização do modelo de previsão numérica de mesoescala como o WRF, permite ao usuário a utilização em diversas escalas de aplicação como os de alerta meteorológico (PAPANASTASIOU et al., 2010). Desta forma, modelos de previsão são uma das formas de obter valores de predição do ambiente físico que permitam aplicação em sistemas de suporte a tomada de decisão

Cardoso et al. (2010) exploraram o papel das previsões por período para estimar a produtividade de soja no Sul do Brasil, Passo Fundo e Londrina, concluindo que o uso de previsões meteorológicas precisas pode ser útil para melhorar a produtividade.

Para Silva et al. (2010), o modelo WRF conseguiu representar o perfil do vento de forma razoável, dentro de suas limitações. Os valores alcançados foram considerados satisfatórios, de acordo com limites encontrados em outros estudos. Porém, não foi possível concluir que as simulações tivessem apresentado um mesmo tipo de comportamento padrão em termos de melhora ou piora da qualidade de previsão a medida que o tempo cronológico avançava.

CAPÍTULO 2

PREVISÃO METEOROLÓGICA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE PARA FRANGOS DE CORTE E A SUA VALIDAÇÃO

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação na **Revista Ciência Rural** (ISSN Eletrônico: 1678-4596).

1 ABSTRACT

2 The objective of this work was to evaluate the quality of temperature and unit index
3 (ITU) prediction for broilers aged between 35 and 42 days in a mesoscale numerical model.
4 The Weather Research and Forecast (WRF) model was used. The model was run for 90 days
5 between January and March 2017, and as outputs were compared with observations in seven
6 meteorological stations, such as Maringá, Passo Fundo, Piracicaba, Xanxerê, Dourados,
7 Joaçaba and Bento Gonçalves. The obtained values make the prediction model of the methods
8 used for the calculation of ITU for broiler chickens and evaluated by linear regression analysis.
9 The results show that the measurement of the forecast horizon progressively increases between
10 the first and sixth day, the R^2 values decrease and in ITU situations greater than 23°C , the R^2
11 values decrease. In addition, as stations further away from the tropics grants lower than R^2 . The
12 WRF forecast model can be used for the ITU calculation and for an mitigation system of
13 mitigation within poultry farming.

14 **Key words:** poultry farming, agrometeorological forecasting, alert system, precision animal
15 husbandry.

16

17 INTRODUÇÃO

18

19 A necessidade de prever as variáveis físicas ambientais para a avicultura de corte
20 brasileira é uma ferramenta que pode permitir a correta adequação e modelagem de eventos
21 futuros, tornando o sistema mais preciso e dinâmico do ponto de vista produtivo, trazendo
22 estratégias de mitigação de perdas produtivas e técnicas de manejo que buscam minimizar os
23 efeitos da vulnerabilidade para as variáveis meteorológicas.

24 Segundo o INMET (2016), previsão é a descrição detalhada de ocorrências futuras
25 esperadas e inclui o uso de modelos objetivos baseados em parâmetros atmosféricos, associado
26 com a interpretação de um meteorologista com habilidade e experiência. O estresse térmico

1 interfere diretamente sobre o consumo de alimento e desempenho produtivo das aves
2 (CARVALHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2006; TAKAHASHI et al., 2009), sendo
3 necessário um diagnóstico rápido dos fatores responsáveis. Através do comportamento das aves
4 é possível realizar a avaliação e controles interativos do conforto térmico dos animais. A busca
5 por respostas para condições não agudas ou intermediárias de estresse é importante, bem como
6 a previsibilidade destes acontecimentos, pois a identificação de comportamentos preliminares
7 de estresse auxilia na construção de sistemas mais refinados. Segundo TAKAHASHI et al.
8 (2009), com a temperatura ambiente elevada, acima de 25°C, ocorre redução no ganho de peso
9 de frangos de corte, na ordem de 0,33g a cada 1°C de aumento de temperatura acima do conforto
10 térmico.

11 Analisar e validar a utilização de ferramentas que buscam promover a adequação de
12 estratégias de mitigar efeitos do clima, além de adequar variáveis de conforto específicos de
13 cada espécie, é uma alternativa para deixar o processo de avaliação agroclimatológica mais
14 precisa e útil para determinadas cadeias produtivas, gerando assim ferramentas para dar suporte
15 a tomadas de decisão dentro do sistema.

16 Para FURTADO et al. (2003) e TINÔCO (2001) um ambiente para frangos é tido como
17 confortável quando apresenta temperaturas de 22 a 27°C, e umidade relativa do ar de 50 a 70%.
18 Frangos de corte criados de 1 a 49 dias e mantidos no calor (32°C) apresentaram uma redução
19 de 22% no consumo de ração em relação às aves alojadas no ambiente de conforto (25°C ±
20 29,9°C). Não só a temperatura é um fator determinante, pois quando a umidade relativa do ar é
21 elevada de 40% para 75% na condição de calor, o consumo de ração é afetado negativamente
22 (OLIVEIRA et al., 2006). Portanto, a utilização de uma variável que consiga representar a
23 temperatura e a umidade e suas proporções para cada espécie animal, é uma forma de avaliar o
24 ambiente térmico de forma mais dinâmica.

1 Um exemplo de estratégia de mitigação é a previsão por intermédio de dados
2 zootécnicos e meteorológicos. VALE (2008) criou modelos baseados em conjuntos contendo
3 bancos de dados zootécnicos e de estações meteorológicas localizadas próximas dos sítios de
4 produção (entre 20 e 50 km). Desta forma, o trabalho visa avaliar o desempenho da previsão do
5 tempo através do modelo WRF para a variável ITU através de análise de regressão em
6 diferentes cenários de temperatura e umidade.

7

8 **MATERIAL E MÉTODOS**

9

10 O trabalho foi realizado através das previsões do Modelo WRF fornecidas pelo Grupo
11 de pesquisas e Modelagem Atmosférica da Universidade Federal de Santa Maria
12 (GRUMA/UFSM), no período de janeiro a março de 2016 para 6 dias de antecedência na
13 previsão e com uma observação a cada três horas.

14 As previsões foram geradas para as localidades de Piracicaba (SP), Dourados (MS),
15 Maringá (PR), Xanxerê (SC), Joaçaba (SC), Bento Gonçalves (RS) e Passo Fundo (RS), regiões
16 produtoras de aves. Respectivamente para as regiões, foram utilizados os dados registrados
17 simultaneamente nas sete estações meteorológicas automáticas de cada localidade.

18 Os dados observados foram retirados do banco de dados meteorológicos nacional
19 (BDMEP). O banco de dados utilizado para análise da previsão foi integrado com os observados
20 na estação, sincronizando as previsões nos seis dias com a observação para cada data e local.
21 Os dados transcritos em planilha eletrônica, foram verificadas para a consistência, verificando
22 a presença de dados faltantes, efetuando estatística descritiva e analisando a normalidade das
23 distribuições e se os valores eram compatíveis com a distribuição dos mesmos. As variáveis
24 fornecidas foram temperatura e umidade relativa do ar, posteriormente, calculou-se a
25 temperatura de bulbo úmido de acordo com STULL (2011), utilizado para o cálculo do índice

1 de conforto ITU para frangos de corte com idade entre 5 e 6 semanas (ITU 5_6), utilizando a
2 equação de CHEPETTE et al. (2005), conforme Equação 1:

3

4 Equação 1:

$$5 \quad ITU = 0,71 Tar + 0,29Tbu$$

6 Sendo:

7 ITU: Índice de temperatura e umidade

8 Tar: Temperatura do ar

9 Tbu: Temperatura de bulbo úmido

10

11 A análise estatística dos dados consistiu em análise de correlação linear de Pearson e
12 análise de regressão linear simples, de acordo com o seguinte modelo:

$$13 \quad \hat{y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

14 Sendo:

15 Y: variável dependente

16 Bo: intercepto

17 b1: coeficiente de regressão

18 X: variável regressora.

19

20 As análises foram feitas por estação e por mês, para cada período de dias (1 a 6 dias), e
21 como estatísticas da qualidade do ajuste dos modelos de regressão, consideraram-se o
22 coeficiente de determinação (R^2) e o coeficiente de variação (CV, %). Posteriormente, foi
23 realizada a mesma metodologia, porém somente com valores de ITU acima de 23° , utilizando
24 um período de 4 dias de antecedência para a previsão.

25

1

2 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

3

4 Os modelos de previsão foram significativos ($P < 0,05$) para todos os dias, estações e
5 meses. Para o primeiro dia (Tabela 1), os resultados de predição dos modelos de regressão
6 apresentaram valores de R^2 entre 0,84 e 0,68%, considerando como variável regressora o
7 ITU5_6, índice de temperatura e umidade para frangos com idade entre 5 e 6 semanas.

8 Essa variação pode ser explicada principalmente devido a diferença entre estações
9 meteorológicas do Sul e do Sudeste brasileiro. Isso ocorre devido a diferença de deslocamento
10 das massas de ar que circulam pela atmosfera e alteram os valores de temperatura. Esse
11 movimento favorece a oscilação de temperatura na região sul e faz com que sejam mais
12 constantes na região sudeste, por exemplo. Estes resultados demonstram que o modelo de
13 previsão WRF pode ser utilizado para o cálculo do ITU e para possível criação de um sistema
14 de mitigação de extremos envolvendo o modelo WRF e o ITU, sendo uma inovação dentro do
15 sistema avícola.

16 **BYRKJEDAL e BERGE (2008)**, trabalhando com o mesmo modelo, encontraram
17 coeficientes de correlação entre 0,8 e 0,9 para mapeamento de velocidade do vento, porém os
18 desvios das simulações ficaram entre -3 a 25%, variando muito de local para local. Segundo
19 **XIN et al. (1992)**, o ITU (Índice de Temperatura e Umidade) indica a resposta de um animal à
20 temperatura e umidade, ressaltando a importância na relação dos componentes térmicos
21 sensível e latente. O ITU médio maior que 23°C, calculado a partir de dados ambientais
22 provenientes de estações meteorológicas, é capaz de produzir mortalidade alta em frangos com
23 mais de 28 dias quando as instalações não são climatizadas (**VALE et al., 2008**).

24 Para o segundo dia de previsão (Tabela 2), os dados demonstram que o valor de R^2 são
25 menores que os do primeiro dia, porém os valores ainda possuem confiabilidade elevada,

1 permitindo assim que a previsão através dos modelos seja usada para a variável ITU 5_6
2 semanas para uma possível mitigação do impacto do calor.

3 Estratégias para a mitigação do calor podem ser utilizadas como ferramentas de redução
4 de perdas. Dentre elas, podemos citar, o adiantamento do dia do abate, a retirada da ração como
5 redução do calor metabólico, acionamento do sistema de controle de temperatura com
6 antecedência entre outros. À medida que aumenta o tempo de previsão para o terceiro dia, o
7 erro do modelo WRF para os valores de R^2 aumentou (Tabela 3) em relação ao segundo dia.

8 Assim, características locais da superfície, como tipo de cobertura, orografia e
9 proximidade a obstáculos passam a exercer o controle sobre ela, o que aumenta bastante a
10 variabilidade horizontal (ACEVEDO & FITZJARRALD, 2003), dificultando muito a previsão.
11 Isso justifica a diferença entre os dados à medida em que se aproxima de épocas de temperaturas
12 mais amenas, pois em época de grande amplitude térmica, os valores de R^2 tendem a diminuir.

13 Para o dia 4 (Tabela 4), os valores apresentam decréscimo e os valores de R^2 estão
14 menores, as estações estudadas na Região Sul apresentam valores menores de R^2 , devido à
15 tendência de erro maior do modelo, e ao fato de o movimento das massas de ar serem diferentes
16 a medida em que nos afastamos dos trópicos. KARKOW (2014) avaliou a influência da altitude
17 no desempenho de frangos de corte e encontrou diferença no desempenho de variáveis
18 zootécnicas a medida que a altitude se elevava. Influências até então não consideradas
19 significativas, passam a ser vistas de forma diferente a medida que o sistema se torna mais
20 preciso, e necessita-se cada vez atingir números melhores e mais altos dentro da cadeia
21 produtiva avícola. A utilização de sistemas de precisão permite avaliações mais
22 individualizadas do ambiente, do galpão e das aves, estabelecendo parâmetros de controle.

23 Além disso, valores como os do dia 5 (Tabela 5) embora baixos, podem servir como
24 referência das tendências para sistemas de alerta agrometeorológico. A dificuldade maior que
25 os modelos têm nos casos mais frios, se deve ao fato deles não reproduzirem corretamente o

1 fenômeno de desacoplamento entre a superfície e a atmosfera, que se verifica quando há muito
2 resfriamento radiativo noturno. Isso foi mostrado por BRUM et al. (2010), que relataram que
3 em diversas estações, como as de Santa Maria, São Gabriel e Rio Pardo, o erro da previsão de
4 temperatura mínima aumenta abruptamente quando a velocidade do vento noturno é pequena.

5 Os resultados da avaliação do modelo em situações de ITU maior que 23°C, possui
6 valores de R^2 entre 0,80 e 0,60 (Tabela 6), sendo o valor médio de R^2 para o ITU de 0,70 em
7 situações em que o ITU foi acima de 23°C para as estações estudadas, isso demonstra que a
8 medida que a temperatura e a umidade relativa se elevam, o erro do modelo aumenta, isso pode
9 ser associado a fatores externos, como por exemplo, a chegada de massas de ar quente oriundas
10 de regiões mais quentes e de maior estabilidade em temperaturas mais altas. As dificuldades
11 em perder calor para o ambiente podem ser medidas na pequena variação de temperatura entre
12 a superfície da ave e o ar que a envolve. No segundo dia de previsão, podemos observar que o
13 modelo obteve valores de R^2 entre 0,71 e 0,53 (Tabela 7), sendo esses valores menores que os
14 do dia 1, a medida que o modelo aumenta o seu horizonte de previsão, os valores de R^2 tendem
15 a diminuir, isso se deve ao fato de aumentar o erro de modelo de previsão (WRF) a medida que
16 se aumenta o horizonte. Existem eventos climáticos que acontecem em um horizonte de tempo
17 de 24 horas, devido à natureza caótica do clima, os modelos oferecem probabilidades de
18 ocorrência e, conforme a probabilidade se reduz, mais eventos não contemplados pelo modelo
19 devem estar ocorrendo.

20 Para o terceiro dia (Tabela 8), os valores de R^2 diminuíram em relação ao segundo dia,
21 ficando entre 0,65 e 0,50. Uma das variáveis de maior interesse na previsão do tempo e que está
22 diretamente ligada à CLE (camada limite estável) é a temperatura mínima. Fenômenos como
23 geadas, nevoeiros e conforto térmico dependem diretamente desta variável, que é afetada por
24 processos de interação entre a superfície e a atmosfera. Isso justifica a diferença entre os dados
25 à medida em que se aproxima de épocas de temperaturas mais amenas, pois em época de grande

1 amplitude térmica, os valores de R^2 tendem a diminuir. Para o quarto dia, os valores de R^2
2 diminuíram em relação aos demais, ficando entre 0,63 e 0,51 (Tabela 9). Esses valores são
3 considerados muito baixos, porém a utilização destes modelos de regressão para um sistema de
4 alerta, pode ser uma ferramenta para a abertura de novos estudos.

5

6 **CONCLUSÃO**

7 Este estudo mostrou uma análise ampla, que ao nosso conhecimento, é inédita sobre a
8 previsibilidade de um índice de conforto para frangos de corte a longo prazo, em modelo
9 numérico de previsão do tempo de mesoescala. Desta forma, o modelo respondeu de forma
10 satisfatória estatisticamente, validando seu uso no estudo agroclimatológico de frangos de corte
11 Além disso, os resultados permitem que sejam propostas ações objetivas visando diminuir o
12 erro da previsão do ITU e a criação de sistemas de mitigação de prejuízos gerados pelos fatores
13 ambientais na cadeia produtiva aviária, tanto em situações normais, quanto em situações de ITU
14 elevado.

15

16 **AGRADECIMENTOS**

17 Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
18 (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo
19 apoio financeiro do projeto e ao Grupo de Modelagem Atmosférica (GRUMA/UFSM).

20

21

22

23

24

25

26

1 REFERÊNCIAS

- 2 ACEVEDO, O. C.; FITZJARRALD, D. R. In the core of the night - effects of intermitente
3 mixing on a horizontally heterogeneous surface. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 106, p. 1–
4 33, 2003.
- 5 BYRKJEDAL, O.; BERGE, E. The Use WRF for Wind Resource Mapping in Norway, P 3-6,
6 2008.
- 7 BRUM, B. V.; BATTISTI, A.; ACEVEDO, O. C.; ANABOR, V.; HALMENSCHLAGER, M.
8 A.; PIVA, E. D. Temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul. Parte II: previsibilidade através
9 de um modelo numérico de mesoescala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE
10 METEOROLOGIA (CBMET, XVI., 2010, Pelotas. Anais eletrônicos... Sociedade Brasileira
11 de Meteorologia - SBMET, 2010.
- 12 CARVALHO, G. B. et al. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse
13 térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. *Revista Brasileira de*
14 *Saúde e Produção Animal*, v.14, n.4, p.785-797, 2013.
- 15 CHEPETE, H.J.; CHIMBOMBI, E.M.; TSHEKO, R. Production performance and temperature
16 humidity index of broilers reared in naturally ventilated houses in Botswana. **Botswana**
17 **Journal of Agriculture and Applied Sciences**, v. 1, n. 1, p. 19-28, 2005.
- 18 FURTADO, D.A.; AZEVEDO, P.V.; TINÔCO, I.F.F. Análise do conforto térmico em galpões
19 avícolas com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia**
20 **Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 559-564, 2003.
- 21 INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, BR. Glossário. 2016.
22 http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/fenomenos_naturais/fenomenos_naturais.html. Acesso em: 27/01/2018.

- 1 OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e
2 o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira**
3 **de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- 4 STULL, R. Wet-Bulb Temperature from Relative Humidity and Air Temperature. **American**
5 **Meteorological Society**, 2011. DOI: 10.1175/JAMC-D-11-0143.1
- 6 TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia Zootécnica**,
7 Jaboticabal, 1ª Edição, 2009. 91 p.
- 8 TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas
9 construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência**
10 **Avícola**, v.3, n.1, p.1-26, 2001.
- 11 VALE, M.M.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; OLIVEIRA, S.R.; RODRIGUES, L.HA. Data
12 mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. *Scientia Agricola*, v. 65, pg.
13 223-229, 2008
- 14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

1 Tabela 1. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 1 (1dITU5_6).

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV (%) | Valor de P |
|---------------------|------|------------------------------------|----------------|-----------|------------|
| Dourados, MS | 1 | $Y_i = 10,587 + 1dITU5_6 * 0,529$ | 0,7968 | 7,58 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 6,581 + 1dITU5_6 * 0,667$ | 0,7735 | 7,26 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 5,094 + 1dITU5_6 * 0,751$ | 0,7658 | 10,30 | <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | $Y_i = 7,463 + 1dITU5_6 * 0,664$ | 0,8271 | 7,66 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 6,413 + 1dITU5_6 * 0,720$ | 0,7903 | 7,15 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 5,231 + 1dITU5_6 * 0,777$ | 0,8049 | 5,35 | <0,0001 |
| Maringá, PR | 1 | $Y_i = 8,312 + 1dITU5_6 * 0,641$ | 0,8431 | 5,66 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 11,659 + 1dITU5_6 * 0,510$ | 0,7725 | 6,40 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 6,971 + 1dITU5_6 * 0,678$ | 0,7073 | 6,49 | <0,0001 |
| Xanxerê, SC | 1 | $Y_i = 8,851 + 1dITU5_6 * 0,543$ | 0,8274 | 8,57 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 9,243 + 1dITU5_6 * 0,521$ | 0,8251 | 8,87 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 3,298 + 1dITU5_6 * 0,786$ | 0,7977 | 9,28 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | $Y_i = 7,752 + 1dITU5_6 * 0,616$ | 0,8172 | 8,65 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 9,252 + 1dITU5_6 * 0,545$ | 0,8236 | 6,83 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 4,722 + 1dITU5_6 * 0,707$ | 0,8248 | 9,95 | <0,0001 |
| Passo Fundo, RS | 1 | $Y_i = 9,414 + 1dITU5_6 * 0,527$ | 0,7594 | 9,55 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 7,644 + 1dITU5_6 * 0,623$ | 0,6840 | 9,03 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 3,777 + 1dITU5_6 * 0,783$ | 0,6819 | 9,50 | <0,0001 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | $Y_i = 9,383 + 1dITU5_6 * 0,563$ | 0,7488 | 8,37 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 8,965 + 1dITU5_6 * 0,568$ | 0,7058 | 8,47 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 4,661 + 1dITU5_6 * 0,718$ | 0,7517 | 9,04 | <0,0001 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

9

10

11

1 Tabela 2. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 2 (1dITU5_6).

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|---------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | Yi= 12,534+2ditu5_6*0,438 | 0,73 | 7,00 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 4,493+2ditu5_6*0,745 | 0,60 | 6,94 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 8,915+2ditu5_6*0,613 | 0,60 | 12,25 | <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | Yi= 8,268+2ditu5_6*0,650 | 0,70 | 6,90 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,132+2ditu5_6*0,624 | 0,62 | 6,84 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 7,892+2ditu5_6*0,647 | 0,61 | 8,70 | <0,0001 |
| Maringá, PR | 1 | Yi= 9,738+2ditu5_6*0,578 | 0,79 | 5,93 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 11,038+2ditu5_6*0,535 | 0,69 | 5,18 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 12,826+2ditu5_6*0,446 | 0,70 | 9,20 | <0,0001 |
| Xanxerê, SC | 1 | Yi= 9,683+2ditu5_6*0,518 | 0,72 | 8,63 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,249+2ditu5_6*0,549 | 0,72 | 9,33 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 9,224+2ditu5_6*0,496 | 0,56 | 14,28 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | Yi= 8,921+2ditu5_6*0,560 | 0,78 | 8,73 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 6,803+2ditu5_6*0,642 | 0,73 | 8,30 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 7,511+2ditu5_6*0,559 | 0,68 | 13,87 | <0,0001 |
| Passo Fundo, RS | 1 | Yi= 10,579+2ditu5_6*0,501 | 0,76 | 9,33 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,768+2ditu5_6*0,565 | 0,66 | 9,04 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 9,199+2ditu5_6*0,520 | 0,64 | 13,33 | <0,0001 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | Yi= 11,771+2ditu5_6*0,464 | 0,76 | 10,75 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 13,276+2ditu5_6*0,349 | 0,67 | 11,94 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 6,217+2ditu5_6*0,689 | 0,59 | 12,39 | <0,0001 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

9

10

11

1 Tabela 3. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 3 (1dITU5_6).

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|---|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | $Y_i = 11,525 + 3\text{dITU5_6} * 0,484$ | 0,67 | 7,37 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 10,948 + 3\text{dITU5_6} * 0,481$ | 0,63 | 8,81 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 12,052 + 3\text{dITU5_6} * 0,453$ | 0,66 | 12,73 | <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | $Y_i = 9,546 + 3\text{dITU5_6} * 0,617$ | 0,68 | 7,81 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 8,656 + 3\text{dITU5_6} * 0,620$ | 0,65 | 7,77 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 10,287 + 3\text{dITU5_6} * 0,540$ | 0,60 | 9,28 | <0,0001 |
| Maringá, PR | 1 | $Y_i = 9,574 + 3\text{dITU5_6} * 0,594$ | 0,64 | 6,26 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 10,205 + 3\text{dITU5_6} * 0,555$ | 0,57 | 5,56 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 12,874 + 3\text{dITU5_6} * 0,430$ | 0,66 | 10,63 | <0,0001 |
| Xanxerê, SC | 1 | $Y_i = 10,197 + 3\text{dITU5_6} * 0,495$ | 0,61 | 8,01 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 7,726 + 3\text{dITU5_6} * 0,608$ | 0,62 | 8,15 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 11,101 + 3\text{dITU5_6} * 0,401$ | 0,60 | 15,12 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | $Y_i = 8,304 + 3\text{dITU5_6} * 0,588$ | 0,60 | 8,57 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 8,260 + 3\text{dITU5_6} * 0,575$ | 0,61 | 8,28 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 8,581 + 3\text{dITU5_6} * 0,496$ | 0,61 | 14,02 | <0,0001 |
| Passo Fundo, RS | 1 | $Y_i = 11,178 + 3\text{dITU5_6} * 0,487$ | 0,66 | 8,75 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 9,397 + 3\text{dITU5_6} * 0,527$ | 0,57 | 10,30 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 11,134 + 3\text{dITU5_6} * 0,420$ | 0,58 | 15,18 | <0,0001 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | $Y_i = 10,702 + 3\text{dITU5_6} * 0,495$ | 0,61 | 9,81 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 11,270 + 3\text{dITU5_6} * 0,454$ | 0,63 | 10,36 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 10,054 + 3\text{dITU5_6} * 0,473$ | 0,63 | 11,75 | <0,0001 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

9

1 Tabela 4. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 4 (1dITU5_6).

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|---------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | Yi= 14,348+4ditu5_6*0,391 | 0,62 | 8,89 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 6,881+4ditu5_6*0,652 | 0,60 | 8,03 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 12,749+4ditu5_6*0,400 | 0,64 | 14,37 | <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | Yi= 9,567+4ditu5_6*0,622 | 0,60 | 8,81 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,686+4ditu5_6*0,525 | 0,59 | 7,78 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 8,256+4ditu5_6*0,690 | 0,68 | 8,26 | <0,0001 |
| Maringá, PR | 1 | Yi= 14,031+4ditu5_6*0,406 | 0,66 | 9,16 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 12,040+4ditu5_6*0,488 | 0,65 | 6,15 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 14,048+4ditu5_6*0,360 | 0,67 | 10,87 | <0,0001 |
| Xanxerê, SC | 1 | Yi= 7,395+4ditu5_6*0,602 | 0,63 | 7,87 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 9,558+4ditu5_6*0,501 | 0,68 | 9,39 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 7,367+4ditu5_6*0,533 | 0,70 | 14,50 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | Yi= 8,559+4ditu5_6*0,549 | 0,69 | 8,41 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 10,476+4ditu5_6*0,468 | 0,63 | 7,60 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 7,644+4ditu5_6*0,541 | 0,72 | 13,73 | <0,0001 |
| Passo Fundo, RS | 1 | Yi= 8,636+4ditu5_6*0,579 | 0,69 | 8,29 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 10,927+4ditu5_6*0,508 | 0,63 | 8,16 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 9,178+4ditu5_6*0,466 | 0,73 | 10,45 | <0,0001 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | Yi= 8,406+4ditu5_6*0,595 | 0,62 | 9,20 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 13,063+4ditu5_6*0,366 | 0,58 | 10,45 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 13,451+4ditu5_6*0,273 | 0,61 | 13,24 | <0,0001 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

1 Tabela 5. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
2 e mês, referente ao dia 5 (1dITU5_6).

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|---------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | Yi= 11,722+5ditu5_6*0,506 | 0,60 | 8,89 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,000+5ditu5_6*0,590 | 0,52 | 8,56 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 18,033+5ditu5_6*0,142 | 0,53 | 15,53 | <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | Yi= 11,507+4ditu5_6*0,522 | 0,60 | 9,22 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 8,516+4ditu5_6*0,625 | 0,59 | 7,45 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 8,126+4ditu5_6*0,670 | 0,58 | 7,74 | <0,0001 |
| Maringá, SP | 1 | Yi= 10,161+5ditu5_6*0,573 | 0,58 | 7,08 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 11,572+5ditu5_6*0,495 | 0,54 | 6,52 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 15,321+5ditu5_6*0,279 | 0,67 | 13,41 | <0,0001 |
| Xanxerê, SC | 1 | Yi= 9,080+5ditu5_6*0,560 | 0,60 | 7,98 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 9,468+5ditu5_6*0,493 | 0,57 | 7,70 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 12,004+5ditu5_6*0,280 | 0,56 | 17,38 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | Yi= 9,298+5ditu5_6*0,571 | 0,64 | 7,99 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 11,469+5ditu5_6*0,429 | 0,53 | 6,64 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 9,425+5ditu5_6*0,387 | 0,55 | 17,37 | <0,0001 |
| Passo Fundo, RS | 1 | Yi= 9,236+5ditu5_6*0,574 | 0,64 | 8,92 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 7,684+5ditu5_6*0,599 | 0,64 | 6,93 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 13,619+5ditu5_6*0,206 | 0,57 | 12,03 | <0,0001 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | Yi= 9,712+5ditu5_6*0,522 | 0,66 | 9,67 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 7,527+5ditu5_6*0,629 | 0,62 | 6,46 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 12,235+5ditu5_6*0,268 | 0,61 | 9,32 | <0,0001 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

1 Tabela 6. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 1 (1ditu5_6) para ITU maior que 23.

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|-------------------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | $Y_i = 8,333 + 1ditu5_6 * 0,609$ | 0,80 | 7,74 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 4,304 + 1ditu5_6 * 0,746$ | 0,76 | 7,12 | 0,0131 |
| | 3 | $Y_i = 2,534 + 1ditu5_6 * 0,841$ | 0,78 | 9,81 | 0,4491 |
| Maringá, PR | 1 | $Y_i = 9,616 + 1ditu5_6 * 0,593$ | 0,80 | 5,05 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 10,165 + 1ditu5_6 * 0,563$ | 0,70 | 6,45 | <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 5,945 + 1ditu5_6 * 0,717$ | 0,65 | 6,10 | 0,0211 |
| Piracicaba, SP | 1 | $Y_i = 10,514 + 1ditu5_6 * 0,550$ | 0,75 | 7,07 | 0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 2,322 + 1ditu5_6 * 0,871$ | 0,75 | 7,22 | 0,3107 |
| | 3 | $Y_i = 3,998 + 1ditu5_6 * 0,824$ | 0,66 | 5,65 | 0,2105 |
| Xanxerê, SC | 1 | $Y_i = 12,444 + 1ditu5_6 * 0,408$ | 0,77 | 9,68 | 0,0027 |
| | 2 | $Y_i = 5,184 + 1ditu5_6 * 0,677$ | 0,70 | 8,77 | 0,0639 |
| | 3 | $Y_i = 11,165 + 1ditu5_6 * 0,466$ | 0,68 | 9,77 | 0,0966 |
| Joaçaba, SC | 1 | $Y_i = 17,765 + 1ditu5_6 * 0,234$ | 0,72 | 8,16 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 5,674 + 1ditu5_6 * 0,680$ | 0,83 | 7,96 | 0,0305 |
| | 3 | $Y_i = 0,952 + 1ditu5_6 * 0,841$ | 0,74 | 13,04 | 0,9285 |
| Passo Fundo, RS | 1 | $Y_i = 18,346 + 1ditu5_6 * 0,188$ | 0,71 | 10,70 | 0,0002 |
| | 2 | $Y_i = 3,610 + 1ditu5_6 * 0,778$ | 0,71 | 8,14 | 0,4179 |
| | 3 | $Y_i = 17,111 + 1ditu5_6 * 0,250$ | 0,61 | 11,01 | 0,0765 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | $Y_i = 28,343 + 1ditu5_6 * -0,176$ | 0,71 | 8,76 | <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 6,487 + 1ditu5_6 * 0,657$ | 0,62 | 7,58 | 0,0351 |
| | 3 | $Y_i = -32,879 + 1ditu5_6 * 2,324$ | 0,64 | 10,19 | 0,4034 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

9

10

1 Tabela 7. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 2 (1ditu5_6) para ITU maior que 23.

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|----------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | Yi= 9,578+2ditu5_6*0,564 | 0,71 | 6,82 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 5,539+2ditu5_6*0,708 | 0,64 | 6,95 | 0,0082 |
| | 3 | Yi= 14,546+2ditu5_6*0,406 | 0,60 | 12,02 | 0,0018 |
| Maringá, PR | 1 | Yi= 12,049+2ditu5_6*0,500 | 0,70 | 5,63 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 10,963+2ditu5_6*0,543 | 0,73 | 5,54 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 14,301+2ditu5_6*0,405 | 0,66 | 7,60 | 0,0003 |
| Piracicaba, SP | 1 | Yi= 13,643+2ditu5_6*0,448 | 0,70 | 6,84 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 3,698+2ditu5_6*0,800 | 0,63 | 6,49 | 0,1737 |
| | 3 | Yi= 3,217+2ditu5_6*0,860 | 0,58 | 6,18 | 0,4841 |
| Xanxerê, SC | 1 | Yi= 16,083+2ditu5_6*0,288 | 0,61 | 9,59 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 7,555+2ditu5_6*0,581 | 0,61 | 9,68 | 0,0206 |
| | 3 | Yi=29,913+2ditu5_6*-0,278 | 0,64 | 10,21 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | Yi= 14,834+2ditu5_6*0,349 | 0,61 | 7,80 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 3,079+2ditu5_6*0,798 | 0,65 | 8,51 | 0,4232 |
| | 3 | Yi= 28,119+2ditu5_6*-0,244 | 0,62 | 14,29 | 0,0021 |
| Passo Fundo, RS | 1 | Yi= 17,737+2ditu5_6*0,218 | 0,57 | 11,06 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 19,914+2ditu5_6*0,130 | 0,62 | 11,04 | 0,0001 |
| | 3 | Yi=29,651+2ditu5_6*-0,226 | 0,53 | 8,62 | 0,0007 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | Yi=43,777+2ditu5_6*-0,779 | 0,67 | 7,82 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 11,586+2ditu5_6*0,450 | 0,65 | 8,43 | 0,0014 |
| | 3 | Yi= 10,688+2ditu5_6*0,607 | 0,59 | 2,24 | 0,1574 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

9

10

1 Tabela 8. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 3 (1ditu5_6) para ITU maior que 23.

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV% | Valor de P |
|---------------------|------|----------------------------|----------------|-------|------------|
| Dourados, MS | 1 | Yi= 10,253+3ditu5_6*0,547 | 0,65 | 8,07 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 13,703+3ditu5_6*0,394 | 0,65 | 8,47 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 8,803+3ditu5_6*0,581 | 0,57 | 12,12 | 0,0549 |
| Maringá, PR | 1 | Yi= 11,934+3ditu5_6*0,509 | 0,65 | 5,77 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 9,099+3ditu5_6*0,594 | 0,60 | 5,86 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 13,923+3ditu5_6*0,405 | 0,65 | 7,97 | 0,0003 |
| Piracicaba, SP | 1 | Yi= 16,407+3ditu5_6*0,358 | 0,62 | 6,59 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 4,936+3ditu5_6*0,770 | 0,64 | 7,47 | 0,0614 |
| | 3 | Yi= 6,759+3ditu5_6*0,726 | 0,64 | 6,13 | 0,0635 |
| Xanxerê, SC | 1 | Yi= 7,502+3ditu5_6*0,628 | 0,53 | 7,79 | 0,0013 |
| | 2 | Yi= 8,371+3ditu5_6*0,582 | 0,65 | 9,69 | 0,0282 |
| | 3 | Yi= 29,179+3ditu5_6*-0,234 | 0,64 | 8,58 | <0,0001 |
| Joaçaba, SC | 1 | Yi= 15,178+3ditu5_6*0,340 | 0,62 | 7,02 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 9,166+3ditu5_6*0,573 | 0,62 | 7,97 | 0,0060 |
| | 3 | Yi= 23,277+3ditu5_6*-0,051 | 0,50 | 15,29 | 0,0438 |
| Passo Fundo, RS | 1 | Yi= 18,400+3ditu5_6*0,215 | 0,60 | 8,95 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 23,098+3ditu5_6*0,018 | 0,60 | 10,77 | 0,0001 |
| | 3 | Yi= 23,723+3ditu5_6*0,001 | 0,68 | 11,40 | 0,0155 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | Yi= 29,875+3ditu5_6*-0,239 | 0,63 | 8,98 | <0,0001 |
| | 2 | Yi= 12,006+3ditu5_6*0,451 | 0,68 | 8,01 | <0,0001 |
| | 3 | Yi= 31,792+3ditu5_6*-0,384 | 0,54 | 8,76 | 0,2096 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

6

7

8

1 Tabela 9. Modelos de regressão e estatísticas de qualidade do ajuste, de acordo com a estação
 2 e mês, referente ao dia 4 (1ditu5_6) para ITU maior que 23.

3

| Estação | Mês* | Modelo de Regressão | R ² | CV | Valor de P |
|---------------------|------|--|----------------|------|---------------|
| Dourados, MS | 1 | $Y_i = 13,434 + 4\text{ditu5_6} * 0,449$ | | 0,61 | 8,53 <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 4,160 + 4\text{ditu5_6} * 0,783$ | | 0,60 | 5,96 0,0141 |
| | 3 | $Y_i = 24,553 + 4\text{ditu5_6} * 0,005$ | | 0,60 | 13,17 <0,0001 |
| Maringá, PR | 1 | $Y_i = 20,545 + 4\text{ditu5_6} * 0,196$ | | 0,57 | 6,66 <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 9,812 + 4\text{ditu5_6} * 0,586$ | | 0,62 | 5,31 <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 20,807 + 4\text{ditu5_6} * 0,151$ | | 0,53 | 8,68 <0,0001 |
| Piracicaba, SP | 1 | $Y_i = 18,847 + 4\text{ditu5_6} * 0,254$ | | 0,52 | 7,53 <0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 7,325 + 4\text{ditu5_6} * 0,677$ | | 0,48 | 7,45 0,0049 |
| | 3 | $Y_i = 22,881 + 4\text{ditu5_6} * 0,099$ | | 0,50 | 8,98 0,0563 |
| Xanxerê, SC | 1 | $Y_i = 7,387 + 4\text{ditu5_6} * 0,622$ | | 0,58 | 7,75 0,0109 |
| | 2 | $Y_i = 6,758 + 4\text{ditu5_6} * 0,619$ | | 0,57 | 9,62 0,0457 |
| | 3 | $Y_i = 29,892 + 4\text{ditu5_6} * -0,294$ | | 0,53 | 10,93 0,0016 |
| Joaçaba, SC | 1 | $Y_i = 11,170 + 4\text{ditu5_6} * 0,468$ | | 0,55 | 8,14 0,0053 |
| | 2 | $Y_i = 16,145 + 4\text{ditu5_6} * 0,282$ | | 0,51 | 7,98 <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 35,859 + 4\text{ditu5_6} * -0,532$ | | 0,52 | 11,47 0,0004 |
| Passo Fundo, RS | 1 | $Y_i = 9,702 + 4\text{ditu5_6} * 0,540$ | | 0,52 | 9,12 0,0001 |
| | 2 | $Y_i = 17,505 + 4\text{ditu5_6} * 0,284$ | | 0,46 | 9,22 <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 50,929 + 4\text{ditu5_6} * -1,130$ | | 0,53 | 10,83 0,0034 |
| Bento Gonçalves, RS | 1 | $Y_i = 11,565 + 4\text{ditu5_6} * 0,490$ | | 0,52 | 8,77 0,0681 |
| | 2 | $Y_i = 26,227 + 4\text{ditu5_6} * -0,081$ | | 0,50 | 7,11 <0,0001 |
| | 3 | $Y_i = 35,912 + 4\text{ditu5_6} * -0,625$ | | 0,40 | 6,95 0,0028 |

4 Valores de R² referentes a equação de regressão simples.

5 * 1=Janeiro; 2=Fevereiro; 3=Março.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO PROBABILÍSTICA DA PREVISÃO DO ITU PARA FRANGOS DE CORTE COM 5 A 6 SEMANAS DE IDADE

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação na **Revista Ciência Rural** (ISSN Eletrônico: 1678-4596).

1 **Avaliação probabilística da previsão do ITU para frangos de corte com 5 a 6 semanas de**
2 **idade**

3 **Probabilistic assessment of temperature and humidity index prediction for broilers at 5th**
4 **to 6th weeks of age**

5 **João Paulo Aquino Santos^I Marcos Martinez do Vale^{II} Paulo Santana Pacheco^I**
6 **Vagner Anabor^I Ana Kátia Karkow^I Mauricio Portela dos Santos^I**

7

8

9 **RESUMO**

10 O objetivo deste trabalho foi avaliar probabilisticamente a previsão do índice de
11 temperatura e umidade (ITU) para frangos de corte com idade entre 5 e 6 semanas, em um
12 modelo numérico de mesoescala através da Simulação de Monte Carlo. Para tanto, foi utilizado
13 o modelo Weather Research and Forecast (WRF). O modelo foi rodado para 90 dias entre
14 janeiro e março de 2016, e as saídas foram comparadas com observações feitas em 6 estações:
15 Maringá, Passo Fundo, Piracicaba, Xanxerê, Dourados, Joaçaba e Bento Gonçalves. Os valores
16 de temperatura e umidade relativa do ar obtidos do modelo de previsão foram utilizados para o
17 cálculo do ITU, para frangos de corte com idade entre 5 e 6 semanas e retirados somente
18 observações de previsão com valores acima de 23°C de ITU. A medida que o horizonte de
19 previsão aumenta progressivamente entre o primeiro e o sexto dia, a probabilidade dos valores
20 observados também estarem acima de 23°C diminui, no entanto os valores se mantêm
21 satisfatórios para a validação do modelo na previsão do ITU.

22

23 **Palavras-chave:** avicultura, previsão agrometeorológica, zootecnia de precisão, sistema de
24 alerta.

1 ABSTRACT

2 The objective of this work was to evaluate the temperature and humidity index
3 prediction (ITU) for broilers aged 5 to 6 weeks, in a mesoscale numerical model using Monte
4 Carlo simulation. For that, the Weather Research and Forecast (WRF) model was used. The
5 model was run for 90 days between January and March 2016, and the outputs were compared
6 with observations made in stations: Maringá, Passo Fundo, Piracicaba, Xanxerê, Dourados,
7 Joaçaba and Bento Gonçalves. The values of Temperature and Humidity obtained from the
8 prediction model were used for the ITU calculation for broilers aged between 5 and 6 weeks
9 and only forecast observations with values above 23°C of ITU were removed. As the forecast
10 horizon progressively increases between the first and sixth day, the likelihood of the observed
11 values also being above 23°C decreases, however the values remain satisfactory for model
12 validation in the prediction of ITU.

13

14 **Keywords:** poultry farming, agrometeorological forecasting, precision animal husbandry, alert
15 system.

16

17 INTRODUÇÃO

18

19 A evolução da avicultura resultou em um frango de corte precoce e com grande
20 eficiência para converter diferentes alimentos em proteína animal. Segundo MOURA et al.
21 (2006) e SANTOS et al. (2009), o conforto térmico no interior de instalações avícolas é fator
22 de alta importância, pois condições inadequadas afetam consideravelmente a produção de
23 frangos de corte. Em situações de umidade e temperatura fora da zona de conforto, existe
24 dificuldade na dissipação de calor, incrementando conseqüentemente a temperatura corporal da
25 ave, com efeito negativo sobre o desempenho (BORGES et al., 2003).

1 Índices frequentemente utilizados para medir conforto térmico de frangos de corte,
2 como índice de temperatura e umidade, são variáveis que permitem a visualização do ambiente
3 dentro das limitações fisiológicas do animal, podendo assim, avaliar o conforto térmico do
4 animal com um único valor.

5 Prever os valores que poderão ocorrer é um fator importante dentro da avicultura, tanto
6 a longo prazo para avaliar o risco de um investimento, como a curto prazo, para traçar
7 estratégias de mitigação que possam servir para diminuir danos. Assim, técnicas visando prever
8 uma variável de conforto, bem como estatísticas relacionadas ao risco/incerteza são
9 fundamentais, auxiliando a tomada de decisão.

10 Uma dessas técnicas é a estocástica, usando simulação de Monte Carlo (mais comum)
11 ou Amostragem de Hypercubo Latino. Isso permite prever todos os valores possíveis de uma
12 variável de saída, considerando as distribuições de probabilidade de variáveis de entrada
13 aleatória (MUN, 2006). Esses valores não são nada mais do que a quantificação do risco. O uso
14 da simulação estocástica representa uma ferramenta de grande valor para a tomada de decisão,
15 na avaliação de projetos de investimento, sendo sua utilização dentro do estudo de banco de
16 dados climáticos uma nova oportunidade científica, para a obtenção de novas respostas sobre a
17 bioclimatologia voltada para a avicultura.

18 O objetivo deste trabalho foi avaliar a probabilidade de acerto da previsão do tempo
19 através da simulação de Monte Carlo.

20

21 **MATERIAL E MÉTODOS**

22

23 O trabalho foi realizado através das previsões do Modelo WRF fornecidas pelo grupo
24 de pesquisas e Modelagem Atmosférica da UFSM (GRUMA), no período de janeiro a março
25 de 2016 para um horizonte de 6 dias de previsão e com uma observação a cada três horas.

1 Foram utilizadas sete estações automáticas brasileiras, sendo estas estações relativas a
2 regiões produtoras de aves, distribuídas de forma que permitisse uma avaliação de mais de uma
3 estação por região.

4 As estações utilizadas foram: Maringá (PR), Dourados (MS), Piracicaba (SP), Xanxerê
5 (SC), Joaçaba (SC), Passo Fundo (RS) e Bento Gonçalves (RS).

6 Os valores de temperatura e umidade relativa foram disponibilizados em planilha
7 eletrônica e comparados com os dados observados no período de previsão. Os valores
8 observados foram extraídos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
9 (BDMEP; INMET, 2016), e comparados com os valores da previsão. Após essa etapa foram
10 calculadas as variáveis temperatura de bulbo úmido e Índice de Temperatura e Umidade (ITU),
11 de acordo com STULL (2011), sendo essa última variável utilizada para representar as demais
12 dentro do cenário de produção de frangos de corte com idade entre 5 e 6 semanas.

13 Para o cálculo ITU, foi utilizada a equação de CHEPETTE et al. (2005), onde foi
14 utilizada a Equação 1:

15

16 Equação 1:

$$17 \quad ITU = 0,71 Tar + 0,29 Tbu$$

18 Sendo:

19 ITU: Índice de temperatura e umidade

20 Tar: Temperatura do ar

21 Tbu: Temperatura de bulbo úmido

22

23 Através dos valores de previsão de cada estação e cada dia previsto, foram selecionados
24 valores com ITU acima de 23°C e calculada através da simulação de Monte Carlo, a
25 probabilidade do valor observado ser maior que 23°C, com o objetivo de extrair a probabilidade

1 de acerto do valor em situações de estresse térmico para frangos de corte. Para isso, as análises
2 de risco foram realizadas com o Microsoft Excel® software e sistema @RISK®. O @RISK
3 executa análise de risco por meio da simulação de Monte Carlo para mostrar vários resultados
4 possíveis no modelo da planilha, e informar a probabilidade de ocorrência dos mesmos. O
5 programa efetua os cálculos matemáticos objetivamente, e permite rastrear diversos possíveis
6 cenários futuros, em seguida, ele informa as probabilidades e riscos associados a cada cenário.

7

8 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

9

10 Conforme mostrado na Tabela 1, as estatísticas estimadas permitem avaliar melhor o
11 desempenho do modelo de previsão WRF ao longo dos dias nas diferentes estações. O uso da
12 simulação estocástica representa uma ferramenta de grande valor para a tomada de decisão na
13 validação de modelos agroclimatológicos.

14 Para a estação de Bento Gonçalves, quando a previsão do ITU é de valor maior que
15 23°C, apresenta uma probabilidade de 79% dos valores de ITU estarem acima dos valores
16 observados em um horizonte de 1 dia de previsão. Para os demais dias de previsão, nota-se que
17 a probabilidade de acerto começa a diminuir de 76% para 56% no sexto dia de previsão, ou
18 seja, a medida que o horizonte de previsão aumenta, a chance de errar o valor previsto aumenta.

19 No entanto, as médias dos valores observados se manteve acima de 23, o que prova que
20 os valores distribuídos se mantém próximo ao valor utilizado como parâmetro de início de
21 estresse térmico para frangos de corte.

22 Os valores apresentados na Tabela 1 se referem aos inputs, valor da distribuição dos
23 valores de entrada e do modelo que melhor se adequou na distribuição da simulação para cada
24 dia de previsão.

25 Na estação de Maringá, os valores de probabilidade se mantiveram entre 89% e 81%
26 ao longo dos dias de previsão utilizados neste trabalho. Além disso, as médias se mantiveram

1 acima de 23°C. Essa variação entre as estações se deve a suas distribuições ao longo do mapa
2 do Brasil, embora todas as regiões onde as estações se localizam sejam regiões produtoras de
3 frangos de corte. Segundo PATRICIO et al. (2012), o avanço da cadeia ao longo do país se dá
4 pelo bom desempenho devido ao melhoramento genético, controle e condições sanitárias,
5 melhorias na nutrição e no manejo da criação.

6 A dificuldade maior que os modelos têm nos casos mais frios se deve ao fato deles não
7 reproduzirem corretamente o fenômeno de desacoplamento entre a superfície e a atmosfera,
8 que se verifica quando há muito resfriamento radiativo noturno. Isso foi mostrado por BRUM
9 et al. (2010), que relataram que em diversas estações, como as de Santa Maria, São Gabriel e
10 Rio Pardo, o erro da previsão de temperatura mínima aumenta abruptamente quando a
11 velocidade do vento noturno é pequena. Nesse estudo, foi feita uma análise semelhante com
12 todos os dados de temperatura, provenientes das previsões do WRF. Foram analisados os
13 valores coletados a cada 3 horas, para os 90 dias. O limitante para maiores detalhes é que há
14 dados observados e previstos faltantes, o que impossibilita a comparação em determinadas
15 horas.

16 Para a estação de Dourados, os valores se mantiveram entre 93% e 79%, sendo esses
17 valores de probabilidade considerados satisfatórios. Além disso os valores médios de ITU se
18 mantiveram acima de 23°C, o que demonstra que a distribuição dos valores está próxima do
19 valor previsto. Se tratando da formação de um sistema de alerta, quando a previsão prevê
20 valores acima de 23°C, já é o suficiente para que se inicie os processos de mitigação do impacto
21 bioclimatológico nas aves.

22 Na estação de Joaçaba, os valores se mantiveram mais baixos em relação as demais
23 estações, ficando entre 82% a 72% de probabilidade. Além disso, não houve um decréscimo
24 linear nos valores de probabilidade na medida que o horizonte de previsão aumentava. Isso
25 pode ser justificado pela influência das diferenças de localização entre as estações, e pela

1 dificuldade do modelo em reproduzir eventos de forma precisa a medida em que as estações se
2 afastam dos trópicos. Regiões mais afastadas dos trópicos são mais susceptíveis a mudanças do
3 tempo, devido ao movimento de diferentes massas de ar, que podem fazer para circular na
4 atmosfera brasileira ou para se deslocar para o oceano.

5 Na estação de Passo Fundo, os valores se mantiveram entre 85% e 68% de
6 probabilidade, demonstrando a eficácia do modelo para a previsão do tempo a partir de
7 variáveis de conforto. Os valores médios se mantiveram acima de 23°C, embora seja observado
8 que os valores médios estejam abaixo das médias das demais estações. A utilização do ITU, é
9 uma ferramenta que permite calcular o conforto das aves através de um único valor, embora
10 seja uma representação geral, o ITU é uma variável prática para uma avaliação em bancos de
11 dados mais abrangentes, como no caso deste estudo. O ITU médio maior que 23°C, calculado
12 a partir de dados ambientais provenientes de estações meteorológicas, é capaz de produzir
13 mortalidade alta em frangos com mais de 28 dias quando as instalações não são climatizadas
14 (VALE et al., 2008). Desta forma, avaliar situações com ITU maior que 23°C, conseguindo
15 horizontes de previsão que permitam o acionamento de sistemas de mitigação, são ferramentas
16 que podem diminuir perdas produtivas ao longo da cadeia produtiva, desde perdas em ganho
17 de peso dos animais, como grandes perdas devido a mortalidade por estresse calórico.
18 OLIVEIRA et al. (2006) relatam que quanto maior for a umidade relativa do ar, maiores serão
19 as dificuldades para a ave remover calor interno pelas vias aéreas por trocas de calor latente,
20 isso leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido
21 de manutenção da homeotermia, promove modificações fisiológicas que podem comprometer
22 seu desempenho. Em situações que a temperatura do ambiente e a umidade relativa se elevam
23 da zona termoneutra, as aves perdem a capacidade de dissipar o calor através de mecanismos
24 cutâneos e evaporativos, tendo como resultado a elevação da temperatura corporal e o
25 aparecimento dos sintomas do estresse por calor (CURTO et al., 2007).

1 Desta forma, conseguir prever um evento físico ambiental que exerce importância
2 dentro do sistema produtivo e dar confiabilidade para tal previsão é o desafio da zootecnia atual
3 aliada a outras áreas que buscam a melhoria e a diminuição de perdas. Nesse estudo é possível
4 observar que o modelo responde de forma satisfatória, embora seja necessário um estudo mais
5 detalhado e fragmentado em diferentes meses e horários que consigam uma probabilidade maior
6 de acerto.

7

8 **CONCLUSÃO**

9

10 Este estudo se mostra importante dentro do avanço no estudo de sistemas de alerta
11 agrometeorológico principalmente se tratando da previsibilidade de um índice de conforto para
12 frangos de corte através da previsão do tempo. Além disso, os resultados demonstram que o
13 modelo de previsão WRF obteve um bom desempenho na previsão do ITU para frangos de
14 corte com 5 e 6 semanas, com probabilidades entre 90% e 50% ao longo dos 6 dias de previsão
15 e que o modelo se mostra confiável para a utilização dentro da avaliação de riscos físicos
16 ambientais a curto prazo para a produção de frangos de corte.

17

18

19 **AGRADECIMENTOS**

20

21 Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
22 (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo
23 apoio financeiro do projeto e ao Grupo de Modelagem Atmosférica (GRUMA/UFSM).

24

25

26

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2
- 3 BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Heat stress physiology and electrolytes for
4 broilers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.
- 5 BRUM, B. V.; BATTISTI, A.; ACEVEDO, O. C.; ANABOR, V.; HALMENSCHLAGER, M.
6 A.; PIVA, E. D. Temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul. Parte II: previsibilidade através
7 de um modelo numérico de mesoescala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE
8 METEOROLOGIA (CBMET, XVI., 2010, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Sociedade Brasileira
9 de Meteorologia - SBMET, 2010.
- 10 CHEPETE, H.J.; CHIMBOMBI, E.M.; TSHEKO, R. Production performance and temperature
11 humidity index of broilers reared in naturally ventilated houses in Botswana. **Botswana**
12 **Journal of Agriculture and Applied Sciences**, v. 1, n. 1, p. 19-28, 2005.
- 13 CURTO, F. P. F.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D. Estimativa do padrão de
14 preferência térmica de matrizes pesadas (frango de corte). **Revista Brasileira de Engenharia**
15 **Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.211-216, 2007.
- 16 MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SILVA, R.B.T.R.; CAMARGO, G.A. Animal
17 welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista Brasileira de Ciência**
18 **Avícola**, Campinas, v.8, n.1, p.137-148, 2006.
- 19 OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.;
20 CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento
21 de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
22 v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- 23 PATRICIO, I. S.; MENDES, A.A.; RAMOS, A.A.; PEREIRA, D.F. Overview on the
24 performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v.4,
25 n.4, p.233-238, 2012.

- 1 SANTOS, P.A.; BAÊTA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Ventilação
2 em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade
3 do ar e no desempenho das aves. **Revista CERES**, Viçosa-MG, v.56, n.2, p.172-180, 2009.
- 4 STULL, R. Wet-Bulb Temperature from Relative Humidity and Air Temperature. **American**
5 **Meteorological Society**, 2011. DOI: 10.1175/JAMC-D-11-0143.1
- 6 VALE, M. M.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; OLIVEIRA, S.R.M.; RODRIGUES, L.H.A. Data
7 mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, v.65, n.3,
8 p.223-229, 2008.
- 9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

1 Tabela 1. Distribuição de probabilidade da estação de Bento Gonçalves de acordo com o dia de
 2 previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade.

3

| Dia | Probabilidade (%)* | Modelo ** | Mínimo | Máximo | Média | DP |
|-----|-----------------------|-------------|--------|-----------|-------|------|
| 1 | 84,9 | Input | 19,14 | 29,78 | 25,33 | 2,24 |
| 1 | 79,7 | Triang | 18,85 | 30,13 | 25,11 | 2,34 |
| 2 | 81,8 | Input | 16,84 | 29,73 | 24,12 | 2,76 |
| 2 | 76,8 | Triang | 16,38 | 30,15 | 23,98 | 2,85 |
| 3 | 76,1 | Input | 18,49 | 29,50 | 24,80 | 2,68 |
| 3 | 73,5 | Triang | 17,79 | 30,15 | 24,67 | 2,57 |
| 4 | 67,5 | Input | 17,23 | 30,10 | 24,46 | 3,02 |
| 4 | 68,6 | Triang | 16,48 | 30,53 | 24,37 | 2,93 |
| 5 | 58,7 | Input | 20,52 | 29,67 | 26,24 | 2,18 |
| 5 | 62,8 | ExtValueMin | 16,43 | $+\infty$ | 26,27 | 2,08 |
| 6 | 50,0 | Input | 20,24 | 26,79 | 24,67 | 2,20 |
| 6 | 56,7 | ExtValueMin | 22,36 | $+\infty$ | 24,79 | 1,68 |

4 * Probabilidade de ITU acima de 23.

5 ** Modelo escolhido pelo software como o que melhor se adequou aos dados

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

1 Tabela 2. Distribuição de probabilidade da estação de Maringá de acordo com o dia de previsão
 2 para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade.

3

| Dia | Probabilidade* | Modelo** | Mínimo | Máximo | Média | DP |
|-----|----------------|-------------|--------|-----------|---------|--------|
| 1 | 88,4 | Input | 19,77 | 31,41 | 26,641 | 2,718 |
| 1 | 88,7 | Triang | 19,19 | 31,51 | 26,777 | 2,708 |
| 2 | 87,9 | Input | 17,61 | 32,00 | 26,543 | 2,834 |
| 2 | 87,9 | Kumaraswamy | 15,69 | 32,27 | 26,543 | 2,812 |
| 3 | 85,7 | Input | 17,90 | 30,93 | 26,445 | 2,828 |
| 3 | 86,6 | BetaGeneral | 16,35 | 31,00 | 26,446 | 2,819 |
| 4 | 86,1 | Input | 17,88 | 31,74 | 26,65 | 2,855 |
| 4 | 83,2 | Triang | 17,68 | 31,86 | 26,375 | 3,108 |
| 5 | 86,2 | Input | 19,60 | 31,10 | 26,643 | 2,884 |
| 5 | 81,4 | Triang | 18,88 | 31,29 | 26,622 | 2,754 |
| 6 | 84,9 | Input | 21,26 | 28,47 | 25,4642 | 2,3204 |
| 6 | 81,9 | ExtValueMin | 19,59 | $+\infty$ | 25,472 | 2,293 |

4 * Probabilidade de ITU acima de 23.

5 ** Modelo escolhido pelo software como o que melhor se adequou aos dados

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

1 Tabela 3. Distribuição de probabilidade da estação de Dourados de acordo com o dia de
 2 previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade.

3

| Dia | Probabilidade* | Modelo** | Mínimo | Máximo | Média | DP |
|-----|----------------|-------------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | 89,3 | Input | 19,834 | 31,285 | 24,767 | 2,663 |
| 1 | 93,2 | BetaGeneral | 19,248 | 33,624 | 24,781 | 2,635 |
| 2 | 89,3 | Input | 20,3196 | 30,2020 | 24,6738 | 2,5014 |
| 2 | 90,0 | BetaGeneral | 20,297 | 30,393 | 24,700 | 2,511 |
| 3 | 86,3 | Input | 20,471 | 31,285 | 25,123 | 2,447 |
| 3 | 88,2 | Triang | 20,301 | 31,795 | 25,021 | 2,456 |
| 4 | 82,4 | Input | 21,471 | 31,285 | 24,350 | 2,983 |
| 4 | 86,4 | BetaGeneral | 19,262 | 32,994 | 24,361 | 2,981 |
| 5 | 78,6 | Input | 20,997 | 31,285 | 24,193 | 2,970 |
| 5 | 82,6 | Normal | 21,543 | +∞ | 24,193 | 2,970 |
| 6 | 77,1 | Input | 20,3196 | 28,0035 | 23,4552 | 2,2742 |
| 6 | 79,3 | Triang | 20,3196 | 29,3110 | 23,3167 | 2,1193 |

4 * Probabilidade de ITU acima de 23.

5 ** Modelo escolhido pelo software como o que melhor se adequou aos dados

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

1 Tabela 4. Distribuição de probabilidade da estação de Joaçaba de acordo com o dia de previsão
 2 para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade.

3

| Dia | Probabilidade* | Modelo** | Mínimo | Máximo | Média | DP |
|-----|----------------|----------|---------|-----------|---------|--------|
| 1 | 79,5 | Input | 17,307 | 29,672 | 23,524 | 2,304 |
| 1 | 80,5 | Weibull | 13,856 | $+\infty$ | 23,524 | 2,297 |
| 2 | 76,7 | Input | 16,550 | 28,612 | 23,329 | 2,434 |
| 2 | 78,1 | Weibull | 11,186 | $+\infty$ | 23,334 | 2,412 |
| 3 | 80,8 | Input | 16,550 | 28,480 | 23,112 | 2,634 |
| 3 | 82,2 | Triang | 16,012 | 28,736 | 23,173 | 2,658 |
| 4 | 79,4 | Input | 17,227 | 28,069 | 22,449 | 2,368 |
| 4 | 79,6 | Triang | 16,924 | 28,419 | 22,437 | 2,352 |
| 5 | 75,0 | Input | 16,781 | 29,672 | 22,948 | 2,324 |
| 5 | 75,1 | Normal | 20,225 | $+\infty$ | 22,948 | 2,324 |
| 6 | 73,5 | Input | 20,2198 | 28,0693 | 24,2015 | 2,1826 |
| 6 | 72,9 | Triang | 19,1724 | 28,8226 | 24,2575 | 1,9784 |

4 * Probabilidade de ITU acima de 23.

5 ** Modelo escolhido pelo software como o que melhor se adequou aos dados

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1 Tabela 5. Distribuição de probabilidade da estação de Passo Fundo de acordo com o dia de
 2 previsão para o ITU de frangos de corte com 5 a 6 semanas de idade.

3

| Dia | Probabilidade* | Modelo** | Mínimo | Máximo | Média | DP |
|-----|----------------|-------------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | 85,3 | Input | 17,871 | 28,039 | 23,516 | 2,381 |
| 1 | 83,4 | Triang | 17,326 | 28,485 | 23,534 | 2,321 |
| 2 | 85,8 | Input | 16,372 | 28,039 | 23,549 | 2,645 |
| 2 | 82,8 | BetaGeneral | 15,627 | 28,148 | 23,583 | 2,689 |
| 3 | 82,2 | Input | 17,166 | 28,039 | 23,362 | 2,611 |
| 3 | 81,3 | BetaGeneral | 16,677 | 28,166 | 23,398 | 2,662 |
| 4 | 79,3 | Input | 17,871 | 28,039 | 23,585 | 2,454 |
| 4 | 79,7 | BetaGeneral | 17,604 | 28,160 | 23,587 | 2,453 |
| 5 | 77,1 | Input | 16,207 | 28,039 | 23,436 | 2,670 |
| 5 | 72,3 | Triang | 15,726 | 28,405 | 23,452 | 2,768 |
| 6 | 70,6 | Input | 18,4159 | 28,0094 | 24,1289 | 3,0719 |
| 6 | 68,4 | Triang | 16,560 | 28,009 | 24,193 | 2,699 |

4 * Probabilidade de ITU acima de 23.

5 ** Modelo escolhido pelo software como o que melhor se adequou aos dados

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

DISCUSSÃO GERAL

Os valores obtidos nos três artigos expostos, remetem que o modelo WRF apresenta valores satisfatórios tanto para situações de previsão normal, como para situações em que o ITU previsto está acima de 23°C. Os valores de probabilidade também são satisfatórios, uma vez que valores superiores a 88% foram encontrados nas diferentes estações para o primeiro dia de previsão.

Vários autores como Ryder et al.(2004), Chepette et al.(2005), Vale et al.(2008) afirmam que uma das consequências do estresse por calor em aves na fase adulta, devido a suas mudanças corporais, é a mortalidade. Desta forma, a previsão de situações de extremo pode assegurar ao sistema uma forma de conseguir desencadear ferramentas que possam diminuir os efeitos das elevações das variáveis físicas, e consigam evitar altos valores de mortalidade em lotes com idade entre 5 e 6 semanas. Um estudo de VALE (2008), sobre ondas de calor em frangos de corte, estimou perdas de 400 mil aves em uma incidência de 25 dias de onda de calor no ano.

Além disso, o modelo demonstrou uma queda na confiabilidade a medida que o horizonte de previsão aumenta, tal fator se deve a dificuldade do modelo em conseguir prever situações de mudanças rápidas no tempo. Além disso, mesmo que com valores de R^2 em torno de 50 a 60%, e com valores de probabilidade perto dos 60%, o modelo se demonstra válido para a sua utilização, uma vez que com um período de tempo maior, um sistema de alerta pode desencadear várias ferramentas, além de poder intensificar o seu uso, na medida que a ocorrência do evento se torna mais provável.

Estudos mais detalhados envolvendo diferentes períodos, horários, ocorrência de extremos, e com outras variáveis de conforto para aves, se tornam necessários na busca de respostas para a mitigação dos efeitos das variáveis físicas ambientais. Embora este estudo tenha sido com valores diretos obtidos das estações, é possível estabelecer uma relação com a instalação e ter uma noção do que poderá ocorrer com os animais em um horizonte de seis dias, mesmo sabendo que existem diferentes tipos de instalações com diferentes potenciais de redução de temperatura. Segundo Aradas(2001), a maioria dos aviários são convencionais, sendo assim, o controle da temperatura e da umidade relativa tornam-se difíceis, devido a grande influência do ambiente externo.

Avaliar dados meteorológicos e produtivos pode auxiliar na compreensão de ocorrências extremas, como mortalidade, com temperaturas e umidades medidas externamente

às instalações. Auxiliando a identificar piores condições potenciais de conforto dos aviários, relacionados ao aumento nas percentagens da mortalidade de lotes de frangos de corte, e na compreensão da relação do animal com o ambiente, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de alerta. Da mesma forma, avaliar o risco da ocorrência de extremos é uma forma de conseguir avaliar o comportamento do modelo, em situações em que as previsões devem ser mais precisas, e os valores mais confiáveis. Usar métodos que permitam essa avaliação de uma forma não determinística, é uma ferramenta que permite afirmar o quanto o modelo é confiável em determinadas situações. O método de simulação de Monte Carlo pode ser aplicado em problema de tomada de decisão, no qual envolva risco e incerteza, ou seja, situações nas quais o comportamento das variáveis envolvidas precisam ser avaliadas na forma de probabilidade (LUSTOSA et al, 2004).

Embora os valores de R^2 tenham ficado próximos a 60%, quando o modelo prevê ITU maior que 23°C, com quatro dias de antecedência, esse valor é importante para servir de alerta, uma vez que esse R^2 melhora para a casa dos 70% no terceiro e segundo dia, chegando a 88% no primeiro dia. Segundo Emery et al. (2001), a previsão do tempo através de modelos matemáticos, condensa em uma única quantidade estatística todas as diferenças entre estimativas do modelo, observações dentro de uma dada região de análise, e para um dado período de tempo, sendo passivo de erros e desvios das previsões em relação à média observada.

Desta forma, este trabalho abre margem para novos estudos que possibilitem a criação de um sistema de alerta através da utilização do modelo WRF, aliado a variáveis de conforto para diferentes tipos de instalações ou fases da criação de frangos de corte.

CONCLUSÕES

Com as análises de regressão e com a simulação de Monte Carlo, podemos concluir que o ITU para frangos de corte com idade entre 5 e 6 semanas, pode ser utilizado para como aliado ao modelo de previsão WRF para prever situações de estresse térmico, como no caso os valores de ITU maiores que 23°C. Além disso, é possível concluir que o modelo WRF responde de forma satisfatória para a previsão do ITU, havendo diminuição nos valores de R² e de probabilidade pela simulação de Monte Carlo a medida que o horizonte de previsão aumenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, M. et al. Physical and functional properties of whole and ground pale broiler breast meat. **Poultry Science**, Ithaca, v.84, p.803-808, 2005.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A. V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

CANGAR, O.; AERTS, J.M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.87, n.12, p.2.493- 2.499, 2008.

CARDOSO A. O.; PINTO H. S.; SILVA DIAS P. L.; ÁVILA A. M. H.; MARIN F. R.; PILAU F. Extended time weather forecasts contributes to agricultural productivity estimates. **Theoretical and Applied Climatology**, 2010, v.102, n.3-4, p.343-350, 2010.

CARVALHO, D. J. S. Optimização do modelo numérico de previsão do tempo WRF no contexto de previsão e produção de energia eólica. 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia e Oceanografia).

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

CURTO, F. P. F. et al. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frango de corte). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.211-216, 2007.

EMERY, C.; TAI, E.; YARWOOD, G. Enhanced meteorological modeling and performance evaluation for two Texas ozone episodes. Austin, TX: Environment International Corporation, 2001.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, BR. Glossário. 2016. http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/fenomenos_naturais/fenomenos_naturais.html. Acesso em: 27/04/2017.

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry – a review. *The Veterinary Journal*. 2005. v. 169, n.3, p. 350- 369.

LAGANA, C. Otimização da produção de frangos de corte em estresse por calor. 2005. 180f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A.D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.285-294, 2007.

LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÒPHILO, C. R. (Orgs.). *Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração*. São Paulo: Atlas, 2004.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v.12, n.1, p.41- 46, 2007.

MEDEIROS, C. M.; Baêta, F. C.; Oliveira, R. F. M.; Tinôco, I. F. F.; Albino, L. F. T.; Cecon, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PAPANASTASIOU, D. K.; MELAS, D.; LISSARIDIS, I. Study of wind field under sea breeze conditions; an application of WRF model. *Atmospheric Research*, p. 102-117, 2010.

PERDÔMO, C. C. Avaliação de sistemas de ventilação sobre o condicionamento ambiental e o desempenho de suínos na fase de maternidade. Porto Alegre, 1995. **Tese** (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PETRACCI, M. The effect of holding temperature on live shrink, processing yield, and breast meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, Ithaca, v.80, p.670-675, 2001.

RYDER A. A., Feddes JJR, Zuidhof MJ. Field study to relate heat stress index to broiler performance. **Journal Applied of Poultry Research**, n.13, p.493-499, 2004.

SKAMAROCK, W. C.; KLEMP, J. B.; DUDHIA, J. et al. NCAR Technical Note: A description of the Advanced Research WRF version 3. [S.l: s.n.], 2008, 113 p.

TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; OWENS, F. N.; ARP, S. C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: Occurrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 64, n. 6, p. 1060-1064, 1985.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. In: I Simpósio de Ambiência na Produção de Leite em Clima Quente, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba - SP: FEALQ, p. 10-23, 1998.

TOYOMIZU, M.; TOKUDA, M.; MUJAHID, A.; AKIBA, Y. Progressive alteration to core temperatura, respiration and blood acid-base in broiler chickens exposed to acute heat stress. *The Journal of Poultry Science*, v. 42, p. 10-118, 2005.

VALE, M.M. Caracterização e previsão de ondas de calor com impacto na mortalidade de frangos de corte. **Tese** (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2008.

VALE, M. M.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; OLIVEIRA, S.R.M.; RODRIGUES, L.H.A. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, v.65, n.3, p.223-229, 2008.

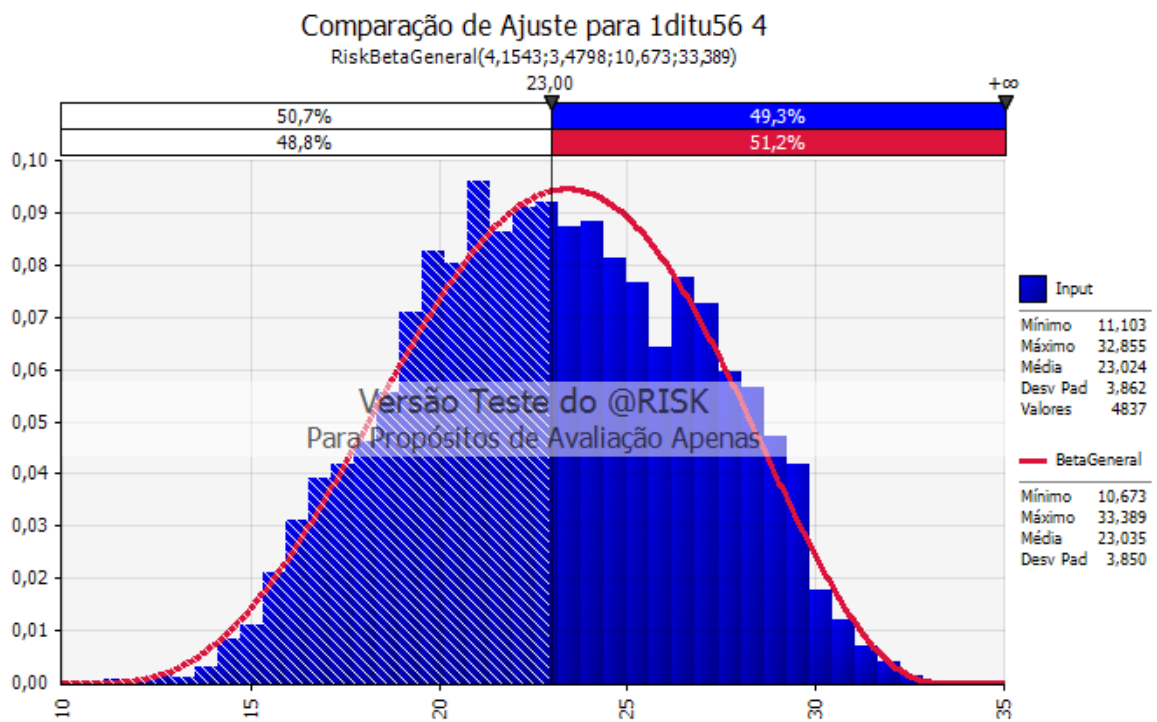
VALE, M. M.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.12, n.4, p.279-285, 2010.

WANG, C.; HU, J.; FENG, S.; JIN, S.; ZHANG, F.; LIU, C. Comparing different boundary layer schemes of WRF by simulation the low-level wind over complex terrain. In: International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce, 2., 2011, Zhengzhou, China. Proceedings... Zhengzhou: AIMSEC, 2011. p. 6183-6188.

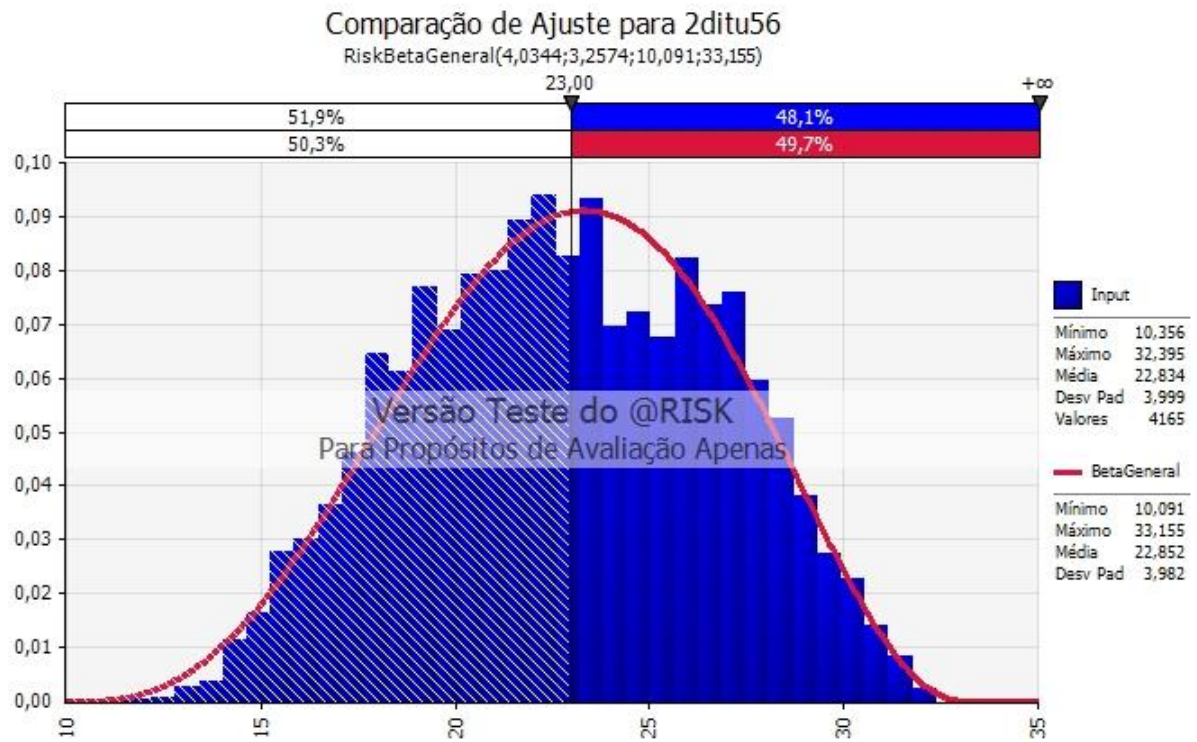
YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science*, Champaign, v.83, n.2, 253-258, 2004.

ANEXOS

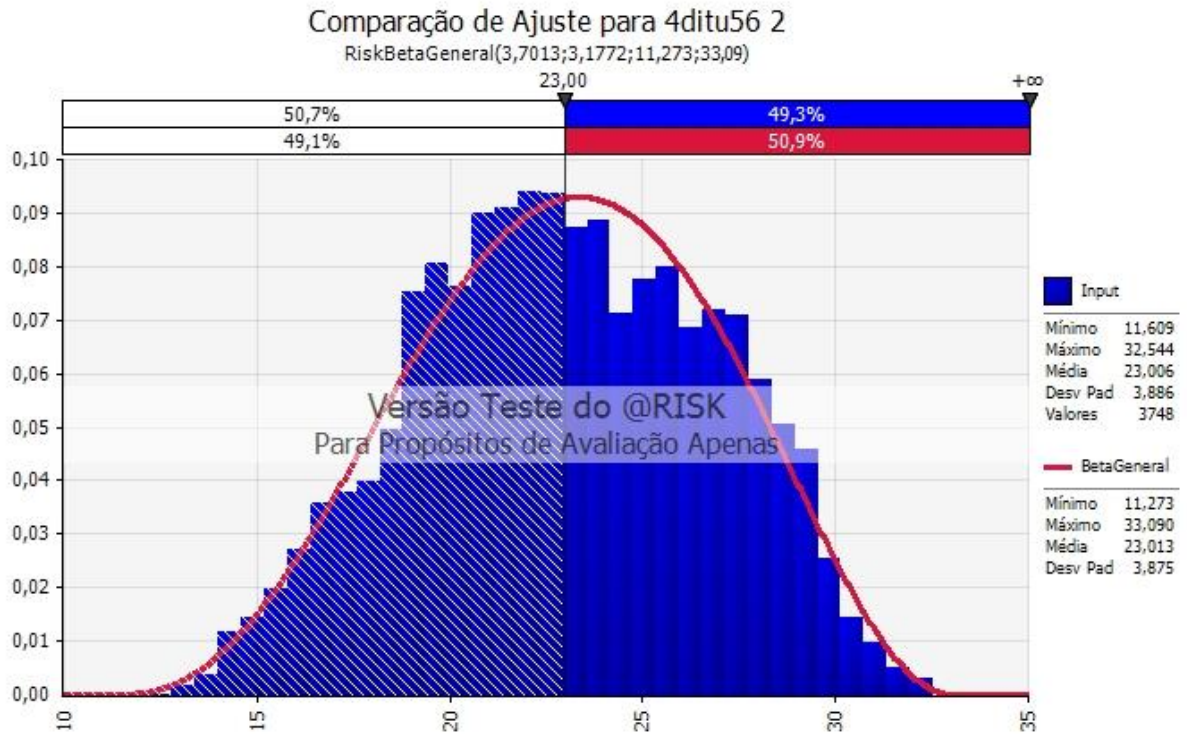
ANEXO 1 – Gráfico relativo a distribuição dos valores de previsão do primeiro dia para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



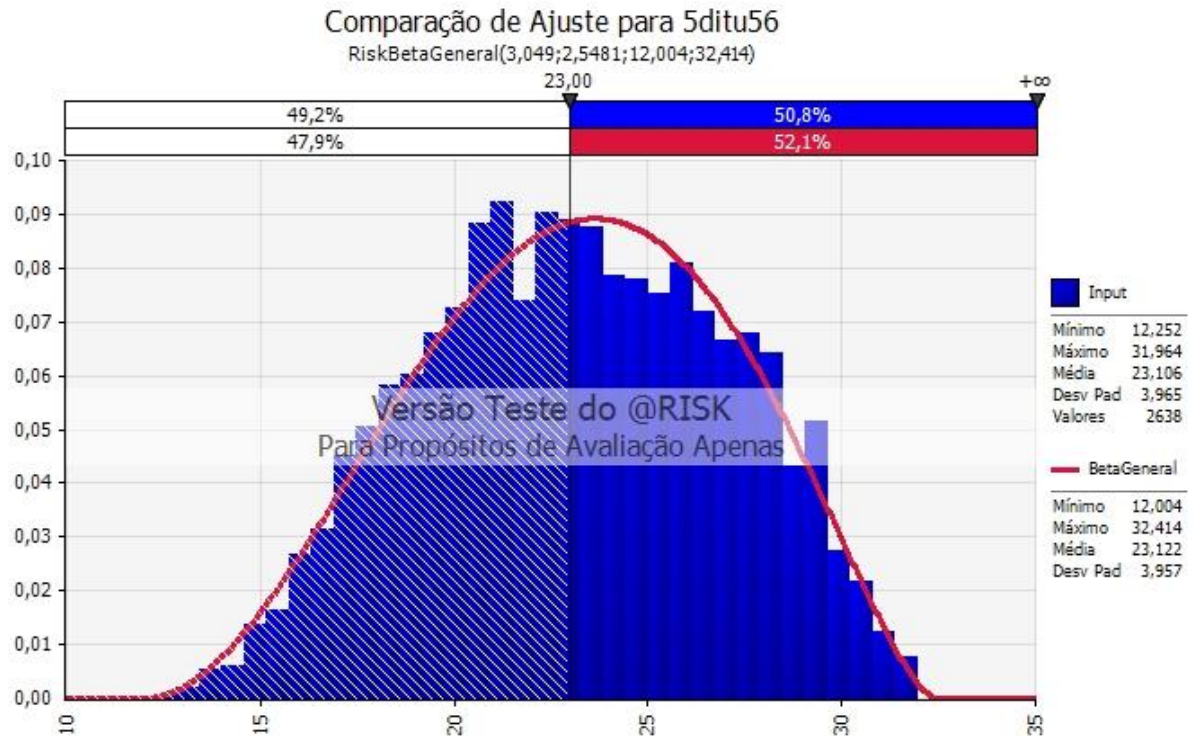
ANEXO 2 – Gráfico relativo a distribuição dos valores de previsão do segundo dia para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



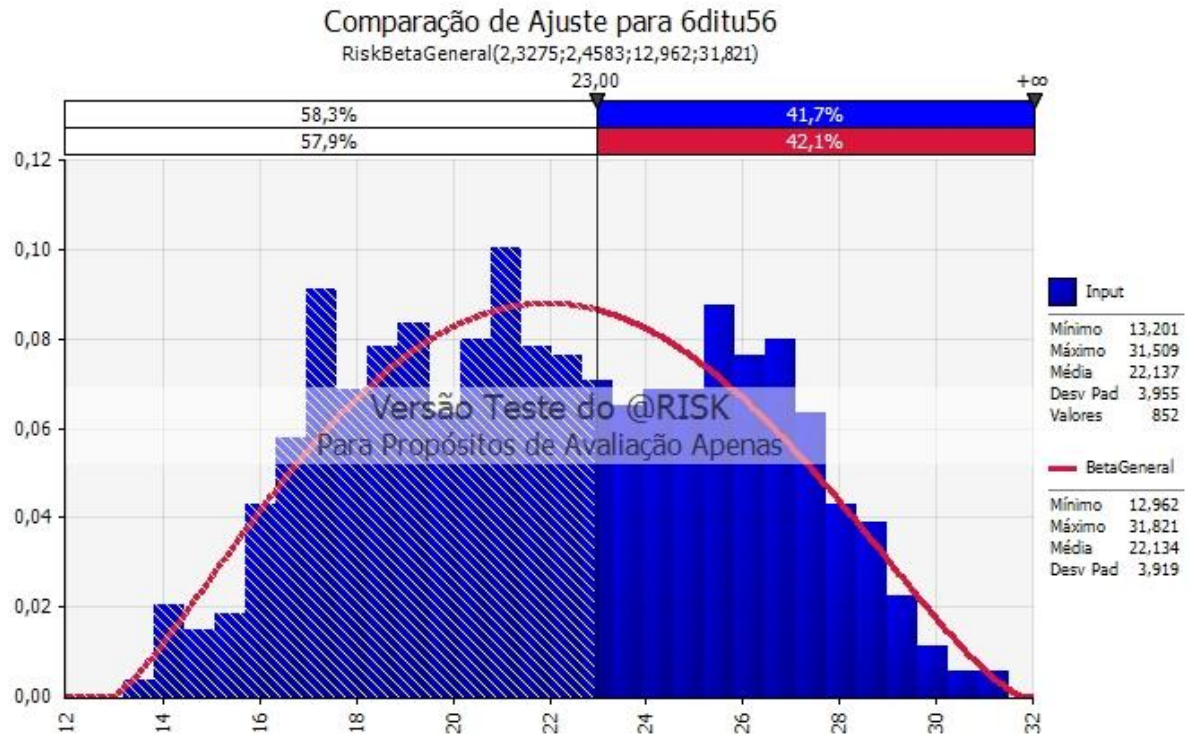
ANEXO 4 – Gráfico relativo a distribuição dos valores de previsão do quarto dia para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



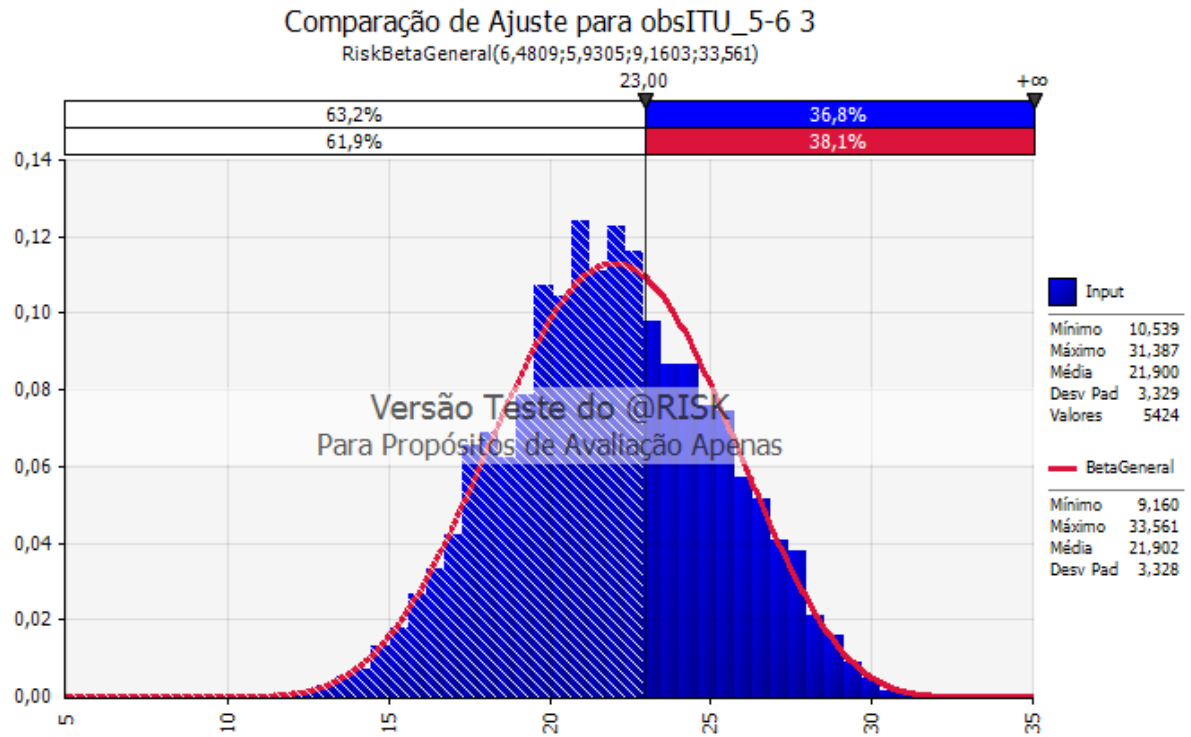
ANEXO 5 – Gráfico relativo a distribuição dos valores de previsão do quinto dia para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



ANEXO 6 – Gráfico relativo a distribuição dos valores de previsão do sexto dia para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



ANEXO 7 – Gráfico relativo a distribuição dos valores observados para todas as estações estudadas, conforme a Simulação de Monte Carlo.



ANEXO 8 – Normas para publicação na Revista Ciência Rural.

Normas para publicação

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados **preferencialmente em idioma Inglês**. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1ª rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso **não traduzidos** nesta etapa e se **aprovados** para publicação, terão que ser **obrigatoriamente traduzidos para o Inglês** por empresas credenciadas pela Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR.

| Empresas | | credenciadas: |
|----------------------------|--|---|
| -American | Journal Experts | (http://www.journalexperts.com/) |
| -Bioedit | Scientific Editing | (http://www.bioedit.co.uk/) |
| -BioMed | Proofreading | (http://www.biomedproofreading.com) |
| -Edanz | | (http://www.edanzediting.com) |
| - Editage | (http://www.editage.com.br/) 10% discount for CR clients. Please inform Crural10 code. | |
| - Enago | (http://www.enago.com.br/forjournal/) Please inform CIRURAL for special rates. | |
| -GlobalEdico | | (http://www.globaledico.com/) |
| -JournalPrep | | (http://www.journalprep.com) |
| -Paulo Boschcov | (paulo@bridgetextos.com.br , | bridge.textecn@gmail.com) |
| -Proof-Reading-Service.com | | (http://www.proof-reading-service.com/pt/) |
| - Readytopub | (https://www.readytopub.com/home) | |

O trabalho após tradução e o respectivo certificado devem ser enviados para: rudiweiblen@gmail.com

As despesas de tradução serão por conta dos autores. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será **15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras**. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e **nem estar com apresentação paisagem**.

Tendo em vista o formato de publicação eletrônica estaremos considerando manuscritos com páginas adicionais além dos limites acima. No entanto, os trabalhos

aprovados que possuírem páginas além do estipulado terão um custo adicional para a publicação ([vide taxa](#)).

3. O artigo científico (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

4. A revisão bibliográfica (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

5. A nota (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

6. O preenchimento do campo "**cover letter**" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, **exceto** para artigos **submetidos em português** (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The question your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?
- e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

Para maiores informações acesse o seguinte [tutorial](#).

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

10. Nesse [link](#) é disponibilizado o **arquivo de estilo** para uso com o software **EndNote** (o EndNote é um software de gerenciamento de referências, usado para gerenciar bibliografias ao escrever ensaios e artigos). Também é disponibilizado nesse [link](#) o **arquivo de estilo** para uso com o software **Mendeley**.

11. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

11.1. Citação de livro:
JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

11.2. Capítulo de livro com autoria:
GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

11.3. Capítulo de livro sem autoria:
COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.
TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

11.4. Artigo completo:
O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests **Tribolium confusum**(Coleoptera: Tenebrionidae), **Tenebrio molitor** (Coleoptera: Tenebrionidae), **Sitophilus granarius** (Coleoptera: Curculionidae) and **Plodia interpunctella** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Available from: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Accessed: Mar. 18, 2002. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. *Ciência Rural*, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (Artigo publicado eletronicamente).

11.5.

Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.6.

Tese,

dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.7.

Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20). (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

11.8.

Informação

verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

11.9.

Documentos

eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow dysplasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Online. Available from: <<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>>. Accessed: Mar. 18, 2005 (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Online. Available from: <<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>>. Accessed: Mar. 18, 2001 (OBS.: **tentar evitar esse tipo de citação**).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Online. Available from: <<http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>>. Accessed: Mar. 18, 2007.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: **tentar evitar esse tipo de citação**).

12. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

13. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

15. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

16. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

17. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

18. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

19. Todos os artigos encaminhados devem pagar a [taxa de tramitação](#). Artigos reencaminhados (**com decisão de Reject and Resubmit**) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por **decorso de prazo** não terão a taxa de tramitação reembolsada.

20. Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa “Cross Check”.