



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VOCALIZAÇÃO DE SUÍNOS COMO INDICATIVO DE BEM-ESTAR

MARTA MOI

Dourados - MS
Fevereiro – 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VOCALIZAÇÃO DE SUÍNOS COMO INDICATIVO DE BEM-ESTAR

MARTA MOI
Zootecnista

ORIENTADOR: Dra. Irenilza de Alencar Nääs
CO-ORIENTADORES: Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Dourados - MS
Fevereiro – 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

636.4 M712v	Moi, Marta. Vocalização de suínos como indicativo de bem-estar / Marta Moi – Dourados-MS : UFGD, 2013. 68 f. Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Suíno – Criação. 2. Bem-estar animal. 3. Zootecnia de precisão. I. Título.
----------------	---

“Vocalização de suínos como indicativo de bem-estar”

por

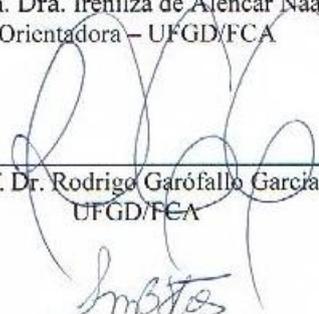
MARTA MOI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

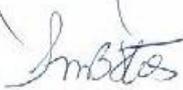
Aprovada em: 26/02/2013



Prof. Dra. Irenilza de Alencar Nääs
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
UFGD/FCA



Prof. Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos
UEMS/Aquidauana

BIOGRAFIA DO AUTOR

Marta Moi - filha de Alberto Moi e Vani Salete Moi nascida em 06 de julho de 1988 na cidade de Rondinha, estado de Rio Grande do Sul. Graduou-se no ano de 2010, no curso de Zootecnia, pela Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Palmeira das Missões, estado de Rio Grande do Sul. No mesmo ano foi aprovada no processo de seleção do Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, área de concentração Produção Animal, com início em março de 2011, sendo bolsista da CAPES desde o junho de 2011 até a data de defesa de sua dissertação.

“Verás que um filho teu não foge à luta”

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
Alberto Moi e Vani Salete Moi*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que nos momentos mais difíceis sempre esteve junto a mim.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Irenilza de Alencar Nääs minha imensa gratidão pela oportunidade de trabalharmos juntas e compartilhar seu conhecimento e orientação durante o Mestrado.

À minha co-orientadora Prof^a. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara pelos seus conhecimentos, paciência, apoio, incentivo e orientação. Muito obrigada por me ajudar a crescer como pessoa e como profissional.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia e a Prof^a. Dr^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz por toda ajuda durante o Mestrado.

À Dr^a. Alexandra Ferreira da Silva Cordeiro pela ajuda com as análises dos dados e com a pesquisa.

Ao Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno por toda ajuda na realização das análises estatísticas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Dourados, em especial, ao Coordenador do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior, ao secretário Ronaldo Pasquim, por sua dedicação e por nos atender sempre prontamente e a todos os professores pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/ CAPES pela bolsa.

À amiga Luciane Passolini que contribuiu na execução deste trabalho por toda dedicação, paciência e principalmente a amizade.

Aos colegas do Mestrado, em especial aos amigos Marília Alves, Rodrigo Borille, Ana Flávia Royer, Keni Nubiato, Mayara Santana, Gisele Felix, Luis Gustavo Castro Alves, Rita De Kássia, Thais Assad, Daniela Graciano, Pamela Pietro, Baltazar Junior, Thiago Lira. Muito obrigada pela ajuda, amizade e pelas horas de “filosofia”.

Aos alunos da Graduação, Renan Simplício, Luan Sousa, Luiz Fernando, Maiara Flores, Elenir Martini, Lucas Brasileiro, obrigada pela ajuda e amizade.

Aos meus pais, Alberto e Vani Salete Moi, e a meus irmãos Adilsom e Aloísio, as cunhadas Aline e Silvana, obrigada por sempre estarem presentes me apoiando e acreditando em meu sonho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
CAPÍTULO I	18
REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1 Revisão de Literatura.....	19
1.1 Bem-estar animal	19
1.1.1 Estresse	21
1.2 Vocalização.....	23
1.2.1 Análises de sons	27
2 Referências Bibliográficas.....	32
CAPÍTULO II.....	36
Resumo	37
Abstract.....	38
Introdução	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão	42
Conclusão.....	54
Referências.....	56
CAPÍTULO III.....	58
Resumo	58
Abstract.....	59
Introdução	60
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão	63
Conclusão.....	66
Referências.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - Vocalização como indicativo do bem-estar de suínos submetidos a situações de estresse

Tabela 1. Médias e desvios padrão de temperatura (T° C); umidade relativa do ar (UR%) e índice de temperatura e umidade (ITU) observadas nos dias de avaliações da vocalização de suínos submetidos a diferentes estímulos estressantes..... 42

Tabela 2. Média geral dos atributos acústicos: energia do sinal (ES), amplitude máxima (AA), amplitude mínima (AI), intensidade do som (IS), frequência de pitch (FP) e formantes 1, 2, 3 e 4 (F1, F2, F3 e F4) de vocalizações de suínos machos submetidos a estresse por sede, fome, calor, e em condição de bem-estar (BEA)..... 42

Tabela 3. Atributos de vocalizações de suínos em função da duração do estímulo estressante (Estresse por sede, estresse térmico, estresse por fome e condição de bem-estar animal (BEA))..... 43

Tabela 4. Correlações entre a duração do estímulo e atributos do som, para condição de estresse por sede, fome, térmico e situação de BEA..... 52

CAPÍTULO III - Mineração de dados de vocalização para estimativa de condições de estresse de suínos

Tabela 1. Atributos usados para Mineração dos dados..... 63

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – Revisão Bibliográfica

Figura 1. Esquema de uma onda sonora em ar comprimido e rarefeito.....	27
Figura 2. Esquema de amplitude e comprimento de onda.....	28
Figura 3. Faixa de frequência audível com relação à voz humana.....	29
Figura 4. Esquema do espectro do som de um instrumento.....	30

CAPÍTULO II - Vocalização como indicativo do bem-estar de suínos submetidos à situações de estresse

Figura 1. Sonograma de vocalizações de suínos, pontilhados vermelhos são as formantes; linha em amarelo a intensidade do som e pontilhados em azul a frequência de pitch.....	41
Figura 2. Energia do sinal de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	44
Figura 3. Amplitude máxima de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	45
Figura 4. Amplitude mínima de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	46
Figura 5. Intensidade do som de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	47
Figura 6. Frequência de Pitch de vocalizações de suínos submetidos à diferentes	

estímulos estressantes.	48
Figura 7. Formante 1 de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	49
Figura 8. Formante 3 de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.....	49
Figura 9. Formante 2 de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	50
Figura 10. Formante 4 de vocalizações de suínos submetidos à diferentes estímulos estressantes.	50

CAPÍTULO III - Mineração de dados de vocalização para estimativa de condições de estresse de suínos

Figura 1. Microfone unidirecional e gravador digital.....	62
Figura 2. Classificação das condições de estresse usando o algoritmo J48.....	65

RESUMO

MOI, Marta. **Vocalização de suínos como indicativo de bem-estar**. 2013
Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande
Dourados, 2013.

Objetivou-se com este trabalho estimar o bem estar de suínos a partir de registros de sua vocalização, durante alojamento em granja comercial. Foram utilizados 150 suínos machos castrados, distribuídos aleatoriamente em cinco baias. Os suínos foram submetidos às diferentes situações de estresse: sede (sem acesso a água), fome (sem acesso ao alimento), estresse térmico (ITU superior a 74). Para o tratamento controle, os animais foram mantidos em situação de bem-estar (BEA) (animais com acesso ao alimento e água e ambiente com ITU abaixo de 70). Foram registrados os sinais acústicos a cada 30 minutos, durante período ininterrupto de três horas, totalizando seis coletas para cada situação de estresse. Os sinais foram digitalizados a uma frequência de até 44.100 Hz, por um período de 3 minutos. Posteriormente os áudios foram analisados pelo *software* Praat[®] 5.1.19. Os atributos gerados a partir deste *software* foram a energia do sinal ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$), amplitude máxima e amplitude mínima (Pa), a frequência de pitch (Hz), a intensidade sonora (dB) e quatro níveis de formantes (F1; F2; F3 e F4), também chamados de harmônicas (Hz). Verificou-se que, dependendo do estímulo estressor e de sua duração, os atributos acústicos energia e intensidade do sinal, frequência de pitch e as formantes 2 e 4 apresentaram diferenciação. Os atributos sonoros da vocalização de suínos variam de maneira distinta em função do tipo e duração do estímulo estressante, funcionando quando associados, como ferramenta eficiente para quantificar o grau de estresse dos animais.

Palavras-chaves: ambiência, estresse, suinocultura, zootecnia de precisão.

ABSTRACT25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47

MOI, Marta. **Vocalização de suínos como indicativo de bem-estar**. 2013
Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande
Dourados, 2013.

This work aimed to estimate the welfare of pigs using their vocalization records during rearing in commercial swine farm. A total of 150 barrow pigs were randomly distributed into five drive pens. Pigs were subjected the different stress situations: Thirst (no access to water), hunger (without access to the food), thermal stress (THI exceeding 74). For the control treatment the animals were kept in situation of comfort (animals with full access to food and water, and environment with THI below 70). Acoustic signals were recorded every 30 minutes during a continuous period of three hours, totaling six samples for each stress exposure. The signals were digitized at a frequency of up to 44,100 Hz, for a period of 3 minutes. Later the audios were analyzed using the software Praat ® 5.1.19. The attributes generated from this software were the energy signal ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$), maximum amplitude and minimum amplitude (Pa), the frequency of pitch (Hz), the sound intensity (dB) and four levels of formants (F1, F2, F3 and F4), also called harmonics (Hz). It was found that depending on the acoustic attributes the stressor stimuli and its duration, indicate energy and signal strength, frequency of pitch and formants 2 and 4 showed differentiation. The sound attributes of the pigs vocalization varied in different ways depending on the type and duration of the stressful exposure, functioning as an efficient tool to quantify the animal degree of stress.

Keywords: ambience, animal precision production, pig farming, stress

48 **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

49 Na economia globalizada, a suinocultura busca a competitividade de seus produtos para
50 atrair o consumidor atual que é cada vez mais exigente. Preço, qualidade e biossegurança é o
51 tripé do êxito no comércio de produtos alimentícios. As exigências para este mercado estão se
52 tornando cada vez mais rigorosas e seguindo normas estabelecidas por organismos
53 internacionais.

54 Entre os desafios da suinocultura neste mercado competitivo, destaca-se a
55 preocupação com o meio ambiente, o bem-estar do animal e a transmissão de
56 microorganismos dos animais aos seres humanos, tanto pelo contato direto com os animais,
57 quanto pelo consumo da carne, além da relevante questão dos resíduos de drogas veterinárias
58 no alimento.

59 Os grandes progressos nas áreas de melhoramento genético, nutrição e manejo,
60 viabilizaram a produção de maior número de animais por área. Entretanto, a produção
61 intensiva pode propiciar aos animais condições de criação estressantes, aumentando o risco
62 sanitário, uma vez que o cortisol um dos principais hormônios envolvidos com o estresse,
63 além de ter efeito negativo sobre a produtividade, atua como imunossupressor, deixando o
64 animal mais susceptível a doenças. A ocorrência de doenças na suinocultura eleva a taxa de
65 mortalidade, diminui o desempenho produtivo dos animais, aumenta gastos com
66 medicamentos e honorários veterinários, além de representar riscos sanitários aos seres
67 humanos envolvidos com a produção e consumo desses animais.

68 Desse modo, minimizar o estresse dos animais durante todo o período de criação,
69 além de atender as exigências dos consumidores e mercados importadores, contribui para que
70 o animal expresse todo seu potencial genético, garantindo maior lucratividade para os

71 sistemas de produção. Entretanto, quantificar o estresse é uma tarefa difícil e quase sempre se
72 utilizam de metodologias invasivas e de alto custo, como a mensuração dos níveis hormonais.

73 O comportamento animal é um indicativo importante do seu bem-estar, e sua
74 avaliação pode auxiliar na medida da qualidade de vida dos animais de maneira não invasiva.
75 A vocalização dos animais é a expressão do seu estado específico, que pode ocorrer
76 espontaneamente, ou pode ser o resultado de um evento externo, por exemplo, a fome e a dor
77 e por este motivo transformou-se em uma ferramenta muito importante para a avaliação do
78 bem-estar animal (DÜPJAN et al., 2008).

79 Técnicas modernas de análise de ruídos permitem a discriminação, análise e
80 classificação de vocalização ou ruído específico sendo, portanto, um interessante indicativo
81 das condições de bem-estar de alojamento de um grupo ou de um indivíduo, em particular
82 (APPLEBY et al., 1999).

83 Sendo assim, estudos sobre os padrões de vocalização dos animais submetidos a
84 diferentes condições, pode permitir a identificação do estado de bem estar ou estresse de
85 suínos.

86 A dissertação encontra-se dividida em três capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma
87 breve revisão de literatura abordando aspectos relevantes sobre o bem-estar e estresse de
88 suínos e sobre a utilização da vocalização de suínos, como ferramenta para avaliar o estado
89 do animal. O Capítulo 2, intitulado VOCALIZAÇÃO COMO INDICATIVO DO BEM-
90 ESTAR DE SUÍNOS SUBMETIDOS À SITUAÇÕES DE ESTRESSE teve como objetivo
91 avaliar, a possibilidade de distinguir diferentes estímulos estressantes (fome, sede e estresse
92 térmico), bem como a intensidade do estresse de suínos por meio de sua vocalização, e
93 encontra-se redigido de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de
94 Zootecnia. O Capítulo 3, intitulado MINERAÇÃO DE DADOS DE VOCALIZAÇÃO PARA
95 ESTIMATIVA DE CONDIÇÕES DE ESTRESSE DE SUÍNOS, teve como objetivo

- 96 identificar diferenças no padrão de vocalização em virtude do sexo dos animais e diferentes
- 97 situações de estresse por meio de mineração de dados, e encontra-se redigido de acordo com
- 98 as normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia.

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

99 1 Revisão de Literatura

100 1.1 Bem-estar animal

101 Bem-estar é um termo de uso corrente em várias situações e seu significado
102 geralmente não é preciso. Bem-estar deve ser definido de forma que permita pronta relação
103 com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle,
104 capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e
105 saúde (BROOM & MOLENTO, 2004).

106 Apesar de existirem muitos conceitos sobre bem-estar animal, atualmente a definição
107 proposta pelo comitê Brambell é a mais utilizada. Esse conceito foi elaborado na Inglaterra
108 pelo professor John Webster e adotado pelo Farm Animal Welfare Council (FAWC). Ele se
109 fundamenta nas cinco liberdades inerentes aos animais: liberdade fisiológica (ausência de
110 fome e de sede); liberdade ambiental (edificações adaptadas); liberdade sanitária (ausência de
111 doenças e de fraturas); liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos
112 normais) e; liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade) (SILVA & MIRANDA,
113 2009; GRANDIN & JOHNSON, 2010).

114 Bem-estar também pode ser definido como o estado de um animal em relação à
115 tentativa de enfrentar e adaptar-se ao meio ambiente no qual está inserido. Portanto, bem-
116 estar seria uma característica particular do animal, que pode variar de muito bom a muito
117 ruim, e que pode ser medido cientificamente através do estado biológico do animal e das suas
118 preferências (BROOM, 1991).

119 A ciência do bem-estar animal surge justamente como um mecanismo para o homem
120 rever as práticas dentro da produção animal, por meio da mensuração das necessidades e
121 estados de bem-estar, da identificação de problemas que geram sofrimento e dor e indicação

122 de necessidade de mudanças de paradigmas e modelos que não assumam como compromisso
123 o respeito e a ética em relação aos animais (RAMOS, 2006).

124 Nos países da Europa Ocidental, por exemplo, o bem estar animal é geralmente
125 considerado desejável pelos animais em si, e a legislação da União Europeia agiu para
126 promover esta condição aos animais de criação. Além disso, aspectos de qualidade ética,
127 como o bem-estar animal, geralmente estão incorporados em sistemas de garantia de
128 qualidade (WARRIS & BROWN, 2000).

129 Com o caráter industrial das criações, há a necessidade de controle das condições do
130 ambiente interno visando o bem-estar do animal, considerando aspectos sanitários,
131 fisiológicos e comportamentais. Tudo isso sugere estudos multidisciplinares para o
132 entendimento cada vez melhor do bem-estar animal, seja para a obtenção de melhor
133 desempenho ou para adaptar animais em cativeiro, ou a regiões com clima diferente do de sua
134 origem genética (SOUSA, 2002).

135 O confinamento impõe certas regras de comportamento aos animais, os quais têm
136 menos liberdade de escolher sobre o ambiente que proporciona o maior conforto. Quanto
137 mais intensivo for o sistema de produção, menor o número de opções que o animal dispõe,
138 tornando-se imperativo conhecer as suas necessidades e colocá-las em prática. Manter o
139 animal sem estresse pode ser importante a fim de, mantê-lo em condição saudável, livre de
140 doenças (SOBESTIANSKY, 2001).

141 A avaliação do bem-estar animal pode ser realizada por meio de critérios
142 comportamentais, pressão sonora (nível de ruídos), parâmetros fisiológicos (concentração de
143 cortisol, atividade adrenal e resposta do sistema imunológico, temperatura corporal,
144 frequência cardíaca, frequência respiratória), critérios ligados à sanidade e a produção
145 (BAPTISTA et al., 2011; BROOM & MOLENTO, 2004).

146 Para que o animal forneça as respostas quanto ao seu próprio bem-estar, algumas
147 técnicas experimentais podem ser empregadas, como é o caso dos testes de preferência,
148 avaliação da fisiologia, saúde e comportamentos dos animais submetidos a uma determinada
149 condição (BROOM & MOLENTO, 2004). Os comportamentos anormais, tais como as
150 estereotípias, automutilação, canibalismo, agressividade excessiva e apatia em suínos indicam
151 condições desfavoráveis ao seu bem-estar (ZANELLA, 1995; BROOM & MOLENTO,
152 2004).

153 Os testes comportamentais são uma maneira de medir o bem-estar dos animais,
154 conhecendo suas preferências e reações diante um determinado evento (SOMMAVILLA,
155 2008). A observação das alterações comportamentais é considerada um dos métodos mais
156 rápidos e práticos quando se avalia o bem-estar animal (POLETTTO, 2010). Por meio da
157 observação comportamental, é possível mensurar o estado do indivíduo em relação ao seu
158 ambiente (BROOM, 1991).

159 **1.1.1 Estresse**

160 O estresse é um dos principais parâmetros de avaliação do bem-estar animal
161 (GOYMANN et al., 2003; GILLESPIE et al., 2009). As medidas fisiológicas associadas ao
162 estresse têm sido usadas baseadas em que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os
163 indicadores comportamentais são baseados especialmente na ocorrência de comportamentos
164 anormais e de comportamentos que se afastam do comportamento no ambiente natural
165 (BECKER, 2007).

166 Estímulos externos e internos são canalizados via sistema nervoso até o hipotálamo,
167 onde é liberado o hormônio liberador de corticotropina (CRH). O CRH é transportado até a

168 hipófise, estimulando a síntese e a liberação de adrenocorticotropina (ACTH), que por sua
169 vez estimula a liberação de cortisol pelas glândulas adrenais. É o chamado eixo hipotálamo-
170 hipófise-adrenal (HHA). O CRH também estimula o sistema nervoso simpático, responsável
171 pela resposta em curto prazo, também chamada de “luta ou fuga”, com sinais como aumento
172 da frequência respiratória e cardíaca (ZULKIFLI & SIEGEL, 1995).

173 Porém, se o nível da resposta em curto prazo não permite adaptação à mudança
174 ambiental, ou a resposta não está disponível, o animal pode alterar a sua resposta fisiológica
175 por meio de mudanças significativas no seu sistema endócrino e autônomo, via HHA
176 (ZULKIFLI & SIEGEL, 1995).

177 A liberação de cortisol estimulada pela liberação de ACTH atua sobre o metabolismo
178 orgânico aumentando o catabolismo protéico, a gliconeogênese no fígado, inibindo a
179 absorção e a oxidação da glicose, além de estimular o catabolismo de triglicerídeos no tecido
180 adiposo. A importância disso está no fato de que os estressores crônicos mobilizam energia
181 constantemente, desviando-a da produção (ZULKIFLI & SIEGEL, 1995).

182 O cortisol é um glicocorticóide do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) que
183 pertence à família dos esteróides. A principal função do cortisol no organismo é aumentar os
184 níveis de glicose no sangue. As variações na sua concentração ocorrem por consequência da
185 alteração da glândula adrenal, desafios ambientais e nas reações aos agentes estressores
186 (WILHELM et al., 2007; KOEPPEN & STANTON, 2009).

187 O cortisol tem sido o hormônio mais pesquisado em relação ao estresse, em razão da
188 alta concentração plasmática acarretar quebra da homeostase e indicar a presença de estresse
189 ou ausência de bem-estar. A resposta ao estresse tem como finalidade manter e restaurar a
190 homeostase do organismo lesado, preservar o aporte de oxigênio para tecidos nobres,

191 mobilizar substrato calórico (glicose), reduzir os efeitos dolorosos e manter o equilíbrio da
192 temperatura corporal (STOCHE et al., 2001; GOYMANN et al., 2003).

193 **1.2 Vocalização**

194 As vocalizações são produzidas voluntariamente em animais por intermédio de
195 expressões vocais que podem indicar estados específicos emocionais que acontecem
196 espontaneamente ou por meio de eventos externos (SCHRADER & TODT, 1998).

197 A compreensão dos sistemas de comunicação animal tem apresentado progresso e,
198 provavelmente diante desta evolução, o estudo da vocalização possa vir a auxiliar na
199 interpretação dos sentimentos dos animais, sendo método não-invasivo, ou seja, sem a
200 necessidade de interferir na forma natural do animal expressar seu comportamento
201 (DUNKAN, 2005).

202 A análise da vocalização no estudo do comportamento dos suínos pode auxiliar no
203 entendimento da profundidade da dor, estresse e desconforto aos quais os animais possam
204 estar submetidos (PUPPE et al., 2005). Estas condições de estresse podem ser classificadas
205 como ações de separação, fome ou manipulação por contenção ou apreensão, permitindo que
206 animais expressem vocalizações em alta frequência (FRASER, 1975). As vocalizações
207 emitidas em situações de estresse podem servir, igualmente, como um indicador de qualidade
208 de diferentes estímulos estressantes e como uma avaliação instantânea do estado do animal
209 (DUPJAN et al., 2008).

210 As chamadas emitidas são capazes de fornecer informação sobre o estado emocional
211 de um animal e podem refletir sua necessidade psicológica frente à ausência de indivíduos
212 que habitualmente estariam participando de seu convívio social (APPLEBY et al., 1999;
213 WATTS & STOOKEY, 2000).

214 Em situações de estresse ou conflito, os suínos são capazes de expressar diferentes
215 comportamentos individuais para conseguir lidar com estas situações; a vocalização é uma
216 das ferramentas que utilizam para se expressar e pode ser percebida e tomada como
217 parâmetro mesmo nas primeiras semanas de suas vidas (HESSING et al., 1993).

218 Em estudo térmico realizado com leitões WEARY et al. (1997) verificaram que estes
219 emitem chamadas variadas, quando expostos a ambientes com diferentes temperaturas. À
220 temperatura de 14 °C os animais vocalizaram mais, com maior frequência e duração em
221 relação a leitegada submetida a temperatura de 30 °C, demonstrando que a temperatura é um
222 fator que propicia a alteração comportamental do animal.

223 Em seu estudo BORGES (2008) avaliou o nível de intensidade sonora (pressão
224 sonora; ruído) em um grupo de animais em fase de creche, em relação a diferentes faixas de
225 temperatura em ambiente controlado, concluiu que o desconforto do ambiente mediado pela
226 temperatura do ar propicia um estado letárgico aos animais, caracterizado pela menor
227 produção de ruído.

228 Existem evidências de que cada animal possua características individuais na
229 vocalização. Os animais utilizam a vocalização como forma de comunicação entre indivíduos
230 da mesma espécie (GRANDIN, 1998). As fêmeas suínas expressam individualmente uma
231 composição da frequência do grunhido (SCHÖEN et al., 1999). Em um estudo PUPPE et al.
232 (2003) observaram-se o comportamento de leitões de diferentes leitegadas, verificou-se que
233 os leitões escutavam por *play-back* a gravação da vocalização de sua mãe, verificou-se que os
234 leitões reagem à gravação e escolhem ficar mais perto da fonte de vocalização da sua mãe do
235 que da fonte de vocalização de outras porcas.

236 JAHNS et al. (1998) avaliaram as diferenças intra e inter-individuais da vocalização
237 de quatro vacas em diferentes situações (fome, estresse térmico, sede, antes de parir ou de
238 amamentar). Segundo estes autores a estimativa do PSD (*Power Spectrum Density*) parece

239 ser eficiente para reconhecer vacas individualmente, porém, para identificar o estado da vaca,
240 este parâmetro deveria ser suplementado por outro e concluíram que, reconhecer o estado do
241 animal é mais difícil do que identificar o indivíduo pela sua vocalização.

242 Procurando reconhecer vocalizações relacionadas com padrões indicativos de bem
243 estar NÄÄS et al. (2008) encontraram diferença entre os formatos de ondas e o espectro do
244 som emitido por reprodutoras que, a expressão de cada porca foi diferente, diante de um
245 mesmo tipo de evento. Entretanto, os autores não avaliaram ocorrência de diferenças entre os
246 formatos de ondas e o espectro do som emitido pelo mesmo animal, em diferentes situações
247 de bem-estar ou estresse, o que poderia indicar se estas características da vocalização são
248 capazes de identificar um indivíduo.

249 Muitos autores têm estudado a vocalização como ferramenta para medir o bem-estar
250 animal (WEARY & FRASER, 1997; MARX et al., 2003; MANTEUFFEL et al., 2004).
251 Vocalizações com baixa tonalidade, como grunhidos, são usadas para manter contato social
252 com membros do grupo, ao passo que, muitas vocalizações com alta tonalidade semelhantes a
253 gritos são mais usadas em estado de excitação (SCHRADER & TODT, 1998).

254 Segundo KRANENDONK et al. (2006), a elevação do cortisol em porcas durante a
255 gestação afetou as características comportamentais de seus leitões. Os autores observaram
256 que, leitões provenientes de porcas tratadas com cortisol, diminuiram o comportamento de
257 brincadeiras e, quando colocados em ambiente diferente, aumentaram a locomoção e
258 vocalização, em relação aos leitões de porcas que não foram tratadas com cortisol.

259 De acordo com YKEDA & ISHII (2008) é possível reconhecer mudanças fisiológicas
260 pela análise das características da frequência dos sinais vocais. Estes autores avaliaram a
261 vocalização de vacas em dois estados de estresse fisiológicos diferentes, fome e separação da
262 cria para desmama, e observaram que a vocalização pela separação da cria teve menor
263 frequência ressonante que aquela emitida em situação de fome.

264 O desenvolvimento de uma classificação automática de tipos de chamada poderia ser
265 usado como ferramenta para comparar situações de estresse de animais, com medidas
266 objetivas. Parâmetros de emissão de energia, frequência e duração das chamadas, são
267 particularmente apropriadas para caracterizar o tipo de chamada (MARX et al., 2003). Os
268 autores relatam que, a dor em leitões pode ser identificada por tipos de chamadas como
269 gritos, que diferem significativamente de outros tipos de vocalizações características de
270 leitões. Estas chamadas aumentam quando leitões estão com dor.

271 A transformação das características da chamada, após anestesia local, também indicou
272 uma relação entre vocalização e intensidade de dor. Comparando a vocalização de leitões
273 durante a castração LEIDIG et al. (2009) observaram que leitões castrados sem anestesia
274 emitiram chamadas de estresse durante 50,8% do tempo total da castração ao passo que
275 leitões castrados com anestesia local emitiram vocalização de estresse em 30,7% do tempo.
276 Os autores concluíram que a anestesia local pode melhorar o bem-estar dos leitões durante a
277 castração, porém não totalmente uma vez que o animal ainda sofre com o estresse da apanha
278 e manejo durante o procedimento.

279 A medida de vocalização de leitões indicou que há gasto de energia envolvido no
280 processo de emissão dos sons e que este valor aumenta em virtude do estresse a que o animal
281 está submetido (CORDEIRO et al., 2009). A estimativa da energia perdida na vocalização
282 pode justificar ainda mais a melhoria do bem-estar dos animais nas granjas.

283 SILVA et al. (2008) desenvolveram um algoritmo para localização de tossidos dentro
284 da granja utilizando o tempo de chegada do som captado por diferentes microfones
285 distribuídos nas baias e conseguiram, desta forma, localizar a origem dos tossidos. Esta
286 informação pode ser útil para visualizar a distribuição de doenças respiratórias possibilitando
287 o tratamento precoce e seletivo.

288 1.2.1 Análises de sons

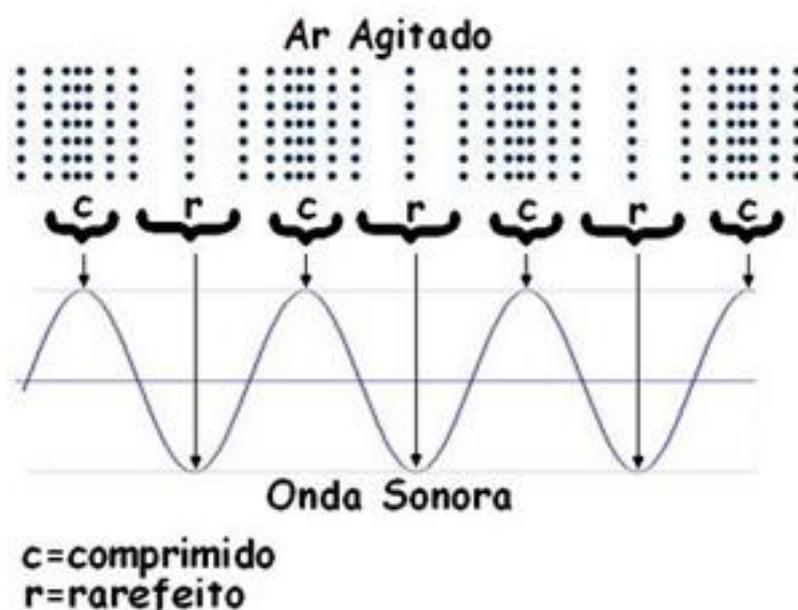
289 Aspectos visuais de sonogramas, sem processamento digital, auxiliam os estudos
290 relacionados à vocalização, entretanto não fornecem informações consistentes sobre as
291 variáveis acústicas envolvidas nas chamadas. Extração de informações acústicas no domínio
292 do tempo faz referência à avaliação de dados como energia, duração, sequência e volumes de
293 chamadas, sendo considerado o método mais básico de extração de características, no entanto
294 não fornece qualquer informação sobre as frequências (MANTEUFEEL et al., 2004).

295 O processamento digital de sinais pelo uso da Transformada Rápida de *Fourier*
296 (COOLEY & TUKEY, 1965) implementou os sinais de análise sonora, permitindo o
297 surgimento dos sonogramas digitais para análises bioacústicas (PRAAT[®], 1992). A
298 Transformada de *Fourier* é uma equação que permite converter informações que ocorrem no
299 domínio do tempo, para o domínio da frequência e vice-versa.

300 A extração de parâmetros no domínio da frequência permite a identificação de
301 parâmetros como a frequência fundamental e seus harmônicos, frequências de maior
302 amplitude e a intensidade sonora das chamadas. Estas ferramentas de aplicação são utilizadas
303 para a caracterização do sinal sonoro (MANTEUFFEL et al., 2004; NÄÄS et al., 2008).

304 O som consiste em oscilações (ondas) de pressão que se propagam por intermédio de
305 um meio material sólido, líquido ou gasoso. O som que se propaga através do ar, ao entrar em
306 contato com os ouvidos, causa vibrações que resultam na sensação sonora. Sons são
307 produzidos por fontes sonoras, as quais podem ser as cordas vocais, a pele de um tambor, as
308 cordas de um piano ou violão, etc. Sons se propagam, necessariamente, em um meio material,
309 ou seja, o som não se propaga no vácuo. A Figura 1 demonstra, esquematicamente, regiões de
310 compressão (alta pressão) e de rarefação (baixa pressão) do ar, de forma a ilustrar uma onda
311 sonora (CRISTÓFARO-SILVA & YEHIA, 2012).

312 A intensidade do som é uma propriedade relacionada à potência (energia por unidade
 313 de tempo) de vibração da fonte que emite a onda sonora. A quantidade de energia
 314 transportada por uma onda é proporcional ao quadrado da sua amplitude de forma que, para
 315 um dado intervalo de tempo, quanto maior a amplitude, maior a intensidade sonora. A
 316 unidade de medida de intensidade sonora é o bel (B), mas, normalmente, utiliza-se seu
 317 submúltiplo, o decibel (dB). (1dB = 0,1B). É a intensidade do som que nos dá a sensação de
 318 volume do som. A escala da Figura 1 mostra, à esquerda, a pressão sonora em pascais (Pa) e,
 319 à direita, a intensidade correspondente em decibéis, com nível de referência (0dB) definido
 320 como o limiar de audição humano na frequência de 1kHz (CRISTÓFARO-SILVA &
 321 YEHA, 2012).



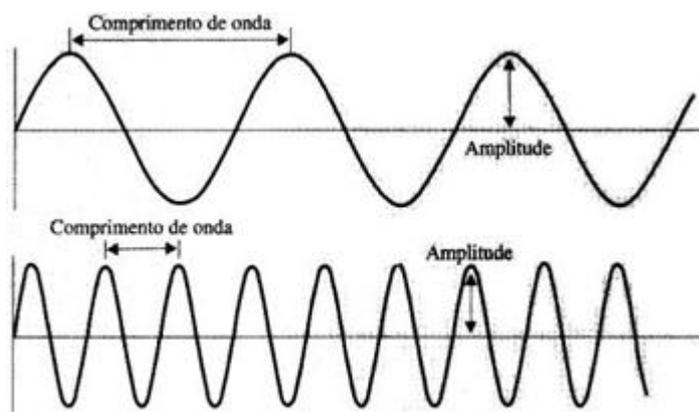
322

323 **Figura 1.** Esquema de uma onda sonora em ar comprimido e rarefeito

324 Fonte: Cristóforo-Silva & Yehia, (2012).

325 Esses termos físicos aplicam-se a qualquer grandeza física (ex. posição, pressão,
326 campos elétrico e magnético, etc.) que oscile periodicamente. No caso do som, tais termos se
327 referem à pressão do meio (ar, água, etc.). A amplitude (A) se refere à diferença entre os
328 valores máximo e mínimo de pressão ao longo do tempo em um determinado ponto do
329 espaço ou, alternativamente, ao longo do espaço na direção de propagação da onda, em um
330 determinado instante de tempo. Quando a pressão varia do seu valor máximo ao mínimo
331 retornando novamente ao máximo, diz-se que ela efetuou uma oscilação completa ou um
332 ciclo. A distância entre dois picos de pressão na direção de propagação da onda é chamada de
333 comprimento de onda (λ), ao passo que o tempo para que a pressão efetue esse ciclo é
334 chamado período (T) da onda CRISTÓFARO-SILVA & YEHIA, 2012).

335 A frequência (f) da onda refere-se ao número de ciclos realizados por unidade de
336 tempo. A unidade 1 ciclo/segundo é denominada 1 Hertz (1 Hz). Assim, um som cuja
337 frequência é de 200 Hz é uma onda periódica de pressão que completa 200 ciclos de vibração
338 por segundo. A Figura 2 ilustra os conceitos de amplitude e comprimento de onda para os
339 casos de duas ondas senoidais de mesma amplitude e frequências diferentes (CRISTÓFARO-
340 SILVA & YEHIA, 2012).



341

342 **Figura 2.** Esquema de amplitude e comprimento de onda

343 Fonte: Cristófaros-Silva & Yehia, (2012).

344 Os limites inferior e superior de percepção de ondas sonoras por seres humanos são,
 345 respectivamente, 20 Hz e 20.000 Hz (ou 20 kHz). Ondas sonoras de frequências abaixo de 20
 346 Hz são denominadas infrassons, ao passo que as ondas sonoras de frequências acima de 20
 347 kHz são denominadas ultrassons. A Figura 3 mostra a faixa de frequência audível ao humano,
 348 destacando a região na qual a voz humana está contida e chamando a atenção para o fato de
 349 que, conforme se envelhece, perde-se gradualmente a capacidade de se ouvir sons agudos.



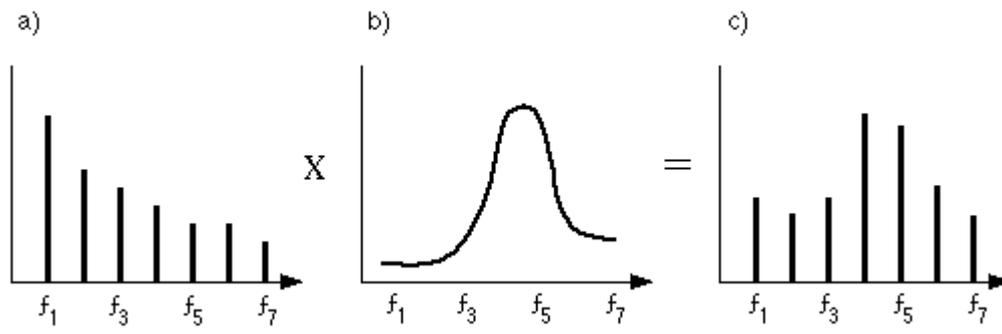
350

351 **Figura 3.** Faixa de frequência audível ao humano com relação à sua voz.

352 Fonte: Cristófar-Silva & Yehia (2012).

353 Os formantes podem ser definidos como picos de energia em uma região do espectro
 354 sonoro. Desse modo, os parciais que se encontram nessa região de ressonância serão
 355 realçados. São fatores importantes na caracterização do timbre de certos instrumentos.
 356 Enquanto o espectro de cada nota de um instrumento pode variar consideravelmente com a
 357 altura, as regiões dos formantes permanecem estáveis, seja qual for a frequência da nota.
 358 Portanto, funcionam como uma espécie de assinatura de uma determinada fonte sonora.

359 A caixa de ressonância de instrumentos como o piano e a maioria dos instrumentos de
 360 corda possuem regiões de formantes específicas que modulam as vibrações geradas pelas
 361 cordas alterando assim o espectro do instrumento. A Figura 4 representa um instrumento de
 362 corda hipotético, no qual o gráfico A representa o espectro da corda que será modulado
 363 (multiplicado) pelo formante da caixa de ressonância do instrumento, representado no gráfico
 364 B. O espectro do som resultante desse instrumento está representado no gráfico C.



365

366

Figura 4. Esquema do espectro do som de um instrumento.

367

Fonte: Eca (2012).

368 **2 Referências Bibliográficas**

- 369 APPLEBY, M.; WEARY, D.M.; TAYLOR, A.A.; ILLMANN, G. Vocal communication in
370 pigs: Who are nursing piglets screaming at? **Ethology**, Berlim, v. 10, n. 5. p. 881-892,
371 1999.
- 372 BAPTISTA, R. I. A. A.; BERTANI, G. R.; BARBOSA, C. N. Indicadores do bem-estar em
373 suínos. **Ciência Rural**, v.41, n.10, out, 2011.
- 374 BORGES, G. **Utilização da pressão sonora (ruído) como indicativo de bem-estar animal**
375 **na produção industrial de suínos**. 2008. 139p. Dissertação (Mestrado em Física do
376 Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
377 de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- 378 BROOM, D. M. Animal Welfare: concepts and measurements. **Journal of Animal Science**,
379 v. 69, p. 4167-4175, 1991.
- 380 BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas-
381 Revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2. p. 1-11, 2004.
- 382 COOLEY, J.W.; TUKEY, J.W. An algorithm for the machine calculation of complex fourier
383 series. **Mathematics of Computation**, Providence, v. 19, p. 297-301, 1965.
- 384 CORDEIRO, A. F. S.; PEREIRA, E. M.; NÄÄS. I. A.; SILVA, W. T.; MOURA, D. J.
385 Medida de Vocalização de Suínos (*Sus scrofa*) como um Indicador de Gasto Energético.
386 Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, 2009. **Brazilian Journal of Biosystems**
387 **Engineering**. p.2, 2009.
- 388 CRISTÓFARO-SILVA, T.; YEHIA, H. C . Sonoridade em Artes, Saúde e Tecnologia. CD-
389 ROM, Belo Horizonte: Faculdade de Letras, 2012. Disponível:
390 <http://www.fonologia.org/index.php>
- 391 DUNKAN, I.J.H. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. **Revue**
392 **Scientifique et Technique-Office International des Épizooties**, Paris, v. 24, n. 2, p.
393 483-492, 2005.
- 394 DÜPJAN, S.; SCHÖN, P. PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G.
395 Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus*
396 *scrofa*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 114, p. 105-115, 2008.
- 397 ECA/USP. Escola de comunicações e artes. 2012. Disponível em:
398 <http://www.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/formantes/formantes.html>
- 399 FRASER, D. Vocalizations of isolated piglets. I. Sources of variation and relationships
400 among measures. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 1, p. 387-394, 1975.
- 401 GILLESPIE, C. F.; PHIFER, J.; BRADLEY, B.; RESSLER, K. J. Risk and resilience:
402 Genetic and environmental influences on development of the stress response. **Depression**
403 **and Anxiety**, v. 26, p.984-992, 2009.

- 404 GOYMANN, W.; EAST, M. L.; WACHTER, B. et al. Social status does not predict
405 corticosteroid levels in postdispersal male spotted hyenas. **Hormones and Behavior**. v.
406 43, p. 474-479, 2003.
- 407 GRANDIN, T. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare
408 during slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, Bristol, v.56, n.2, p.121-128,
409 1998.
- 410 GRANDIN, T.; JOHNSON, C. **O bem-estar dos animais – Proposta de uma vida melhor**
411 **para todos os bichos**. São Paulo: Rocco, 2010. 334p.
- 412 HESSING, M.J.C.; HAGELSO, A.M.; VAN BEEK, J.A.M.; WIEPKEMA, P.R.;
413 SCHOUTEN, W.G.P.; KRUKOW,R. Individual behavioural characteristics in pigs.
414 **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 37, p. 285-295, 1993.
- 415 JAHNS, G.; KOWALCZYK, W; WALTER, K. Sound analysis to recognize individuals and
416 animal conditions. **Proceedings... VIII CIGR Congress on Agricultural Engineering**, p.1-
417 8, 1998.
- 418 KOEPPEN, B.M.; STANTON, B.A. Berne y Levy: fisiología. 3.ed. Barcelona: **Elsevier**
419 **Mosby**, 2009. 834p.
- 420 KRANENDONK, G.; HOPSTER, H.; FILLERUP, M.; EKKEL, E.D.; MULDER, E.D.
421 Cortisol administration to pregnant sows affects novelty-induced locomotion, aggressive
422 behaviour, and blunts gender differences in their offspring. **Hormones and Behaviour**. v.
423 49, p.663-672, 2006.
- 424 LEIDIG, M.S.; HERTRAMPF, B.; FAILING, K.; SCHUMANN, A.; REINER, G. Pain and
425 discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anesthesia as
426 determined by vocalization and defence behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**.
427 v.116, p. 174-178, 2009.
- 428 MANTEUFFEL, G.; PUPPE, B.; SCHÖN, P.C. Vocalization of animals as a measure of
429 welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 88, p. 163-182, 2004.
- 430 MARX, G.; HORN, T.; THIELEBEIN, J.; KNUBEL, B., BORELL, E.; Analysis of pain-
431 related vocalization in young pigs. **Journal of Sound and Vibration**, 266, p. 687-698,
432 2003.
- 433 NÄÄS, I.A.; CAMPOS, L.S.L.; BARACHO, M.S.; TOLON, Y.B. Uso de redes neurais
434 artificiais na identificação de vocalização de suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal,
435 v. 28, p. 204-216, 2008.
- 436 POLETTO, R. **Bem-estar animal**. Suíno.com, Tangará, 5 abr. 2010. Série especial bem-estar
437 animal por Rosangela Poletto.
- 438 PUPPE, B. SCHÖN, P.C.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G. Castration-induced
439 vocalization in domestic piglets, *Sus scrofa*: Complex and specific alternations of the
440 vocal quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 95, p. 67-78, 2005.
- 441 PUPPE,B.; SCHÖN, P.C.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G. The influence of
442 domestic piglets (*Sus scrofa*) age and test experience on the preference for the replayed

- 443 maternal nursing vocalization in a modified open- field test. **Acta Ethologica**. v.5, p. 123-
444 129, 2003.
- 445 RAMOS, J.B Bem estar animal- A ciência de respeito aos animais. Informativo do instituto
446 Ecológico Aqualung. N° 68, Ano XII – julho/agosto, 2006.
- 447 SCHÖEN, P.C.; PUPPE, B.; MANTEUFFEL, G. Common features and individual
448 differences in nurse grunting of domestic pigs (*Sus scrofa*): a multiparametric analysis.
449 **Behaviour** 136, p.49-66. 1999.
- 450 SCHRADER, L.; TODT, D. Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in
451 domestic pigs. **Ethology**, Berlin, v. 104, p. 859-876, 1998.
- 452 SILVA, I.J.O.; MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, v.6,
453 n.11, p.89-115, 2009.
- 454 SILVA, M.; FERRARI, S.; COSTA, A.; AERTS, J.M.; GUARINO, M.; BERCKMANS, D.
455 Cough localization for the detection of respiratory diseases in pig houses. **Computers
456 and Eletronics in Agriculture**, v.64, n.2, p.286-292, 2008.
- 457 SOBESTIANSKY, J. Clínica e Patologia Suína. 2. Ed. Goiânia, p.119-122, 2001.
- 458 SOMMAVILA, R. **Comportamento e bem estar de animais zootécnicos**. 2008. 69.
459 Relatório de estágio curricular obrigatório (graduação em Medicina veterinária) –
460 Universidade do Estado de Santa Catarina Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages,
461 2008.
- 462 SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação
463 segundo as características do ambiente interno**. 2002. 117 f. Tese (Doutorado em
464 Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de
465 Campinas, Campinas. Fevereiro de 2002.
- 466 STOCHE, R. M.; GARCIA, L. V.; KLAMT, J. G. Anestesia e resposta neuroendócrina e
467 humoral ao estresse cirúrgico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 51, p. 59-69,
468 2001.
- 469 WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão
470 britânica. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE
471 DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Concórdia. **Anais...** 16 de Nov. a 16 de Dez de 2000 –
472 CNPSA/EMBRAPA. P.17-20.
- 473 WATTS. J.M.; STOOKEY, J.M. Vocal behavior in cattle: the animal's commentary on its
474 biological processes and welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.
475 67, p. 15-33, 2000.
- 476 WEARY, D.M.; FRASER, D. Vocal response of piglet to weaning: effect of piglet age.
477 **Applied Animal Behaviour Science**. 54, p.153-160, 1997.
- 478 WEARY, D.M.; ROSS, S.; FRASER, D. Vocalizations by isolated piglets: a reliable
479 indicator of piglet need directed towards the sow. **Applied Animal Behaviour Science**,
480 Amsterdam, v. 53, p. 249-257, 1997.

- 481 WILHELM I., BOM J., KUDIELKA B.M., SCHLOTZ W., WUST S. Is the cortisol
482 awakening rise a response to awakening? **Psychoneuroendocrinology**. v. 32, p. 358-366,
483 2007.
- 484 YKEDA, Y.; ISHII, Y. Recognition of two psychological conditions of a single cow by her
485 voice. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.62, p.62-72, 2007.
- 486 ZANELLA. A.J. Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal. **A Hora**
487 **Veterinária**, v.14, n.83, p.47-52, 1995.

CAPÍTULO II

ATRIBUTOS DA VOCALIZAÇÃO COMO INDICATIVO DA CONDIÇÃO DE ESTRESSE EM SUÍNOS

512 **ABSTRACT**

513 This work aimed to estimate the welfare of pigs using their vocalization records
514 during rearing in commercial swine farm. A total of 150 barrow pigs were randomly
515 distributed into five pens. Pigs were exposed to different stressful situations: Thirsty (no
516 access to water), hunger (without access to the food), thermal stress (THI exceeding 74). For
517 the control treatment, the animals were kept in situation of comfort (animals with full access
518 to food and water, and environment THI below 70). Acoustic signals were recorded every 30
519 minutes during a continuous period of three hours, totaling six samples for each stress
520 exposure. The signals were digitized at a frequency of up to 44,100 Hz, for a period of 3
521 minutes. Later the audios were analyzed using the software Praat ® 5.1.19. The attributes
522 generated from this software were the signal energy ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$), the maximum amplitude and
523 the minimum amplitude (Pa), the frequency of pitch (Hz), the sound intensity (dB) and four
524 levels of formants (F1, F2 , F3 and F4), also called harmonics (Hz). It was found that
525 depending on the acoustic attributes the stressor stimuli and its duration, indicate energy and
526 signal strength, frequency of pitch and formants 2 and 4 showed differentiation. The sound
527 attributes of the pigs vocalization varied in different ways depending on the type and duration
528 of the stressful exposure, functioning as an efficient tool to quantify the animal degree of
529 stress.

530 **Keywords:** ambience, animal precision production, stress, pig farming

531 INTRODUÇÃO

532 O aumento da produção brasileira de carne suína, saltando de 2.600 mil toneladas e
533 exportação de 621 mil toneladas em 2004, para 3.227 mil toneladas com exportações da
534 ordem de 582 mil toneladas em 2011 ABIPÉCS, (2012), aliados aos mercados importadores
535 cada vez mais exigentes quanto às condições em que os animais são criados e o impacto da
536 produção sobre o meio ambiente, determina a necessidade de maior preocupação com o bem-
537 estar animal. Deste modo, muitos pesquisadores vêm se dedicando à ciência do bem-estar
538 animal.

539 O estresse é um dos principais parâmetros de avaliação do bem-estar animal
540 (Goymann et al., 2003; Gillespie et al., 2009). As medidas fisiológicas associadas ao estresse
541 têm sido usadas baseadas em que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os
542 indicadores comportamentais são baseados especialmente na ocorrência de comportamentos
543 anormais, e daqueles que se afastam do comportamento no ambiente natural (Becker, 2007).

544 Em situações de estresse ou conflito, os suínos são capazes de expressar diferentes
545 comportamentos individuais para conseguir lidar com estas situações. A vocalização é uma
546 das ferramentas que utilizam para se expressar e pode ser percebida e tomada como
547 parâmetro mesmo nas primeiras semanas de suas vidas (Hessing et al., 1993).

548 As vocalizações emitidas em situações de estresse podem servir como um indicador
549 de qualidade de vida dos animais submetidos a diferentes estímulos estressantes e como uma
550 avaliação instantânea do estado do animal (Düpjan et al., 2008).

551 Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a possibilidade de distinguir diferentes
552 estímulos estressantes (fome, sede e estresse térmico), bem como a duração do estímulo ao
553 estresse de suínos por meio de sua vocalização, verificando se determinados atributos podem
554 identificar as condições de estresse.

555 MATERIAL E MÉTODOS

556 O experimento foi realizado no mês de abril de 2012, em granja comercial situada no
557 município de Barra Funda, noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, localização, latitude -
558 27° 55' 23", longitude -53° 02' 21" e altitude média de 385 metros. O clima da região, de
559 acordo com a classificação de Köppen é subtropical úmido.

560 Foram utilizados 150 suínos machos castrados cirurgicamente, da linhagem
561 comercial Dalland®, em fase de crescimento (100 dias de idade), distribuídos aleatoriamente
562 em cinco baias.

563 Os suínos foram alojados em galpão com orientação no sentido leste-oeste, pé-direito
564 de 3,0 metros, muretas laterais de 1 metro de altura, cortinas laterais, e cobertura de telhas de
565 amianto (6 mm). O galpão utilizado possui 10 baias com 30 m² de área, sendo alocados 30
566 animais em cada, em densidade de 1 m² por animal. As baias são compostas por piso de
567 concreto e equipadas com bebedouros do tipo “chupeta”, dispostos no fundo das baias (três
568 por baia) e comedouro do tipo automático. Nas laterais externas dos galpões, incide uma
569 linha de árvores, a distância de 3 metros da mureta lateral, com objetivo de propiciar sombra
570 na parte superior do galpão (telhado).

571 Registraram-se os dados ambientais (temperatura e umidade relativa) utilizando-se
572 um termo-higrômetro digital, com registro a cada 30 minutos. Utilizando-se os valores
573 médios de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as temperaturas de bulbo
574 seco (TBS) e bulbo úmido (TBU) do ar por meio do programa Psicrom® (Roriz, 2003) e
575 posteriormente os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação: ITU =
576 $0,45 T_{bu} + 1,35 T_{bs} + 32$ (Roller & Goldman, 1969).

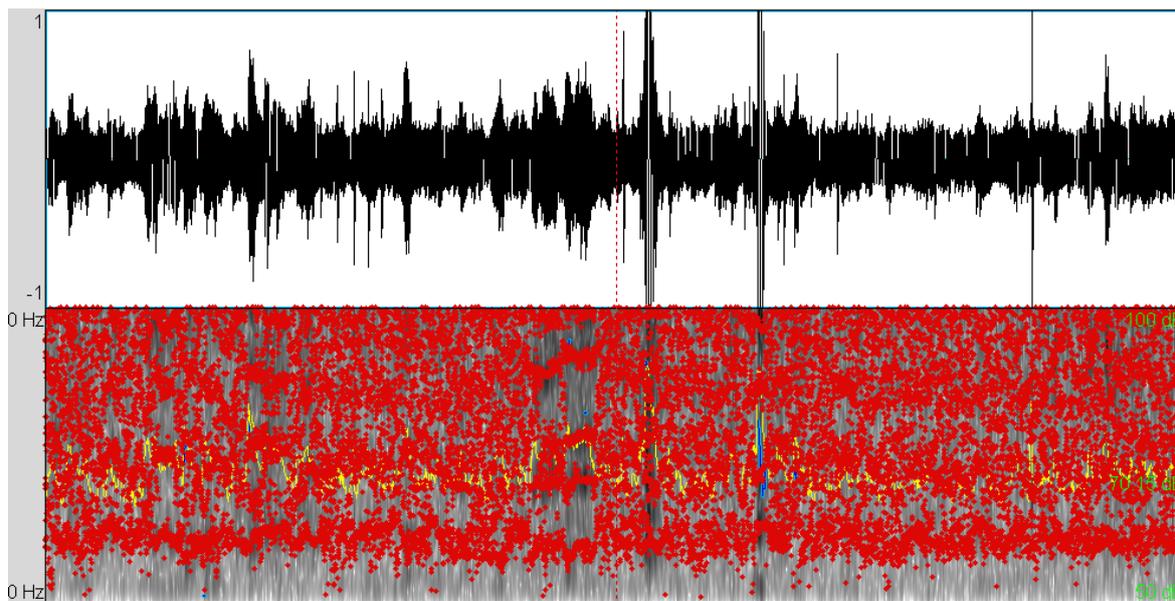
577 Em dias alternados os animais foram submetidos às diferentes situações de estresse:
578 sede (sem acesso a água), fome (sem acesso ao alimento), estresse térmico (ITU superior a
579 74). Para o tratamento controle, os animais foram mantidos em situação de conforto (animais
580 com acesso ao alimento e água e ambiente com ITU abaixo de 73).

581 Para avaliação das situações de estresse por fome e sede os animais permaneceram
582 por 11 horas em jejum, durante o período noturno, e a partir deste período, iniciou-se a coleta
583 dos dados. A avaliação da situação de estresse por calor se iniciou a partir das 13h00min
584 horas quando a temperatura do ITU do galpão estava acima de 74.

585 Registraram-se os sinais acústicos a cada 30 minutos, durante período ininterrupto de
586 três horas, totalizando seis coletas para cada situação de estresse. O registro dos sinais
587 acústicos foi realizado com o auxílio de um microfone unidirecional YOGA[®] e gravador
588 digital Marantz[®] PMD 660. O microfone foi posicionado a 1 m de altura dos suínos, disposto
589 no centro de cada baia, sendo este acoplado ao gravador. Os sinais foram digitalizados a uma
590 frequência de até 44.100 Hz, por um período de 3 minutos.

591 Após a realização dos registros, os sons foram armazenados em um computador. Cada
592 baia proporcionou o registro de uma faixa sequencial de “gritos e grunhidos” (vocalizações).
593 Posteriormente os áudios foram analisados pelo *software* Praat[®] 5.1.19, sendo extraídos os
594 parâmetros acústicos pela aplicação da Transformada de Fourier, gerando um espectro
595 sonoro.

596 Os atributos gerados a partir deste *software* foram a energia do sinal ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$), amplitude
597 máxima e amplitude mínima (Pa), a frequência de pitch (Hz), a intensidade sonora (dB) e
598 quatro níveis de formantes (F1; F2; F3 e F4), também chamados de harmônicas (Hz), (Figura
599 1).



600
 601 **Figura 1.** Sonograma de vocalizações de suínos, pontilhados vermelhos são as formantes;
 602 linha em amarelo a intensidade do som e pontilhados em azul a frequência de pitch.
 603

604 A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote computacional SAS 9.2
 605 (2000), sendo realizados testes de Normalidade e Homocedasticidade dos dados e
 606 posteriormente submetidos às análises de Variância e teste de Tukey.

607 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

608 Considerando-se conjuntamente os fatores climáticos temperatura e umidade relativa
 609 do ar para determinação do índice de temperatura e umidade (ITU), observou-se que durante
 610 os dias de avaliação dos estímulos de fome e sede, bem como na situação de bem-estar (sem
 611 estresse), os animais encontravam-se sob conforto térmico, não tendo desta forma, o efeito do
 612 calor interferido nas demais avaliações (Tabela 1). Segundo Barbari et al. (2007) suínos
 613 encontram-se em condição de conforto térmico quando o ITU for menor ou igual a 74.
 614 Valores de ITU maiores ou iguais a 75 indicam condição de alerta e acima de 79 condição de
 615 perigo.

616 **Tabela 1.** Médias e desvios padrão de temperatura (T° C); umidade relativa do ar (UR%) e
 617 índice de temperatura e umidade (ITU) observadas nos dias de avaliações da vocalização de
 618 suínos submetidos a diferentes estímulos estressantes.

Parâmetros Ambientais	Condição			
	Sede	Estresse Térmico	Fome	BEA
T° C	15,23±0,85	31,82±1,78	15,28±0,68	22,43±1,34
UR%	78,05±3,56	34,08±4,25	81,90±2,17	30,50±2,13
ITU	58,38±1,44	83,93±2,66	58,67±1,22	67,90±2,12

619

620 As médias dos atributos acústicos gerados pelas vocalizações foram comparadas entre
 621 os estímulos estressantes (sede, fome, estresse térmico) e condição de conforto (Tabela 2).

622 **Tabela 2.** Média geral dos atributos acústicos: energia do sinal (ES), amplitude máxima
 623 (AA), amplitude mínima (AI), intensidade do som (IS), frequência de pitch (FP) e formantes
 624 1, 2, 3 e 4 (F1, F2, F3 e F4) de vocalizações de suínos machos submetidos a estresse por sede,
 625 fome, calor, e em condição de bem-estar (BEA).

Atributos	Tratamento				
	Sede	Calor	Fome	BEA	CV%
ES	5,31c	17,35a	12,02b	7,48c	22,13
AA	1,71b	1,93a	1,90ab	1,75ab	6,10
AI	1,64b	1,82a	1,84a	1,68ab	5,61
IS	77,75b	83,47a	81,78a	75,76b	2,03
FP	267,96b	325,40a	185,92c	310,13a	7,95
F1	1058,46a	1084,33a	1068,83a	1082,28a	1,57
F2	2116,46ab	2151,69a	2152,02a	2094,52b	0,97
F3	3210,95a	3249,31a	3250,97a	3221,35a	0,81
F4	4232,47ab	4269,43ab	4275,74a	4218,20b	0,70

626 Nas linhas médias seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo Teste
 627 de Tukey (P>0,05).

628 Foram avaliadas as vocalizações dos suínos em função do tempo de duração
 629 do estímulo estressante (Tabela 3).

630 **Tabela 3.** Atributos de vocalizações de suínos em função da duração do estímulo estressante
 631 (Estresse por sede, estresse térmico, estresse por fome e condição de bem-estar animal
 632 (BEA)).

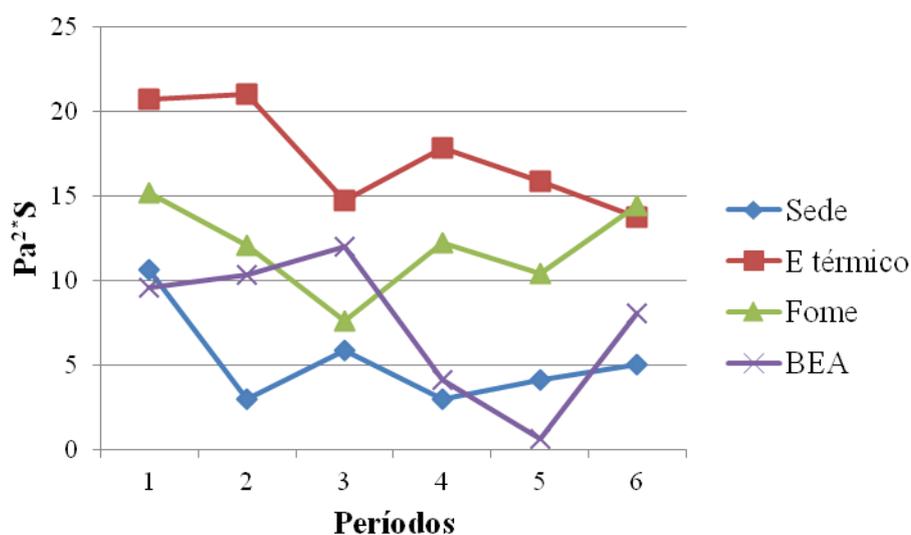
Atributos	Períodos						CV%	
	1	2	3	4	5	6		
E. SEDE	ES	10,70a	3,02b	5,91b	3,02b	4,11b	5,07b	38,25
	AA	1,84	1,55	1,83	1,48	1,75	1,79	13,54
	AI	1,70	1,53	1,72	1,51	1,68	1,67	11,02
	IS	80,95a	75,99b	78,51ab	75,91b	77,10b	78,03ab	2,33
	FP	312,51	245,29	286,67	226,24	239,75	288,30	18,61
	F1	1047,70	1051,30	1059,59	1052,49	1074,16	1065,50	1,99
	F2	2034,47b	2116,18ab	2131,79a	2147,30a	2142,63a	2126,38a	2,16
	F3	3095,50b	3202,79 ^a	3251,57a	3254,08a	3233,03a	3228,73a	0,94
	F4	4133,80b	4232,75 ^a	4244,72a	4274,06a	4266,78a	4242,73a	0,71
E. TÉRMICO	ES	19,85	18,05	15,95	15,76	19,27	15,21	32,88
	AA	1,92	1,94	1,98	1,81	2,04	1,92	8,32
	AI	1,73	1,87	1,93	1,72	1,90	1,79	8,33
	IS	84,17	83,46	83,13	83,07	83,94	83,06	1,71
	FP	386,65	292,79	301,27	332,64	313,86	325,20	19,60
	F1	1120,81a	1096,30ab	1082,65ab	1081,45ab	1058,48b	1066,29b	2,07
	F2	2168,43	2156,45	2152,67	2146,78	2143,38	2142,45	1,57
	F3	3268,06	3249,41	3255,24	3246,63	3244,25	3232,25	1,01
	F4	4292,57	4261,30	4269,42	4270,13	4264,44	4258,71	0,71
E. FOME	ES	15,21a	12,14ab	7,60b	12,27ab	10,46ab	14,43ab	29,26
	AA	2,04	1,95	1,73	1,87	1,84	1,98	9,15
	AI	1,98a	1,84ab	1,58b	1,86ab	1,87ab	1,92ab	9,87
	IS	83,10a	81,95ab	79,80b	82,14ab	81,13ab	82,54ab	1,94
	FP	204,46	197,92	178,05	151,09	200,39	183,61	17,89
	F1	1062,69	1078,11	1070,75	1055,54	1072,11	1073,76	2,53
	F2	2118,87b	2158,29ab	2203,96a	2164,35ab	2125,75b	2140,88ab	1,56
	F3	3195,64b	3257,77ab	3305,29a	3266,57ab	3225,11b	3255,43ab	1,14
	F4	4235,00b	4286,12ab	4318,22a	4293,64ab	4250,05b	4271,43ab	0,75
BEA	ES	9,60ab	1034 ^a	11,99a	4,15ab	0,64b	8,12ab	62,72
	AA	1,94a	1,89 ^a	1,97a	1,52ab	1,31b	1,88a	14,81
	AI	1,85a	1,77ab	1,88a	1,46ab	1,33b	1,78ab	14,36
	IS	80,01a	81,00a	79,22a	72,62ab	65,22b	76,47a	7,32
	FP	337,93a	338,63 ^a	313,23ab	298,50ab	268,70b	303,76ab	9,46
	F1	1076,18	1091,26	1094,28	1073,18	1082,70	1076,09	2,33
	F2	2072,23	2103,68	2053,66	2117,56	2114,47	2105,56	3,28
	F3	3214,87	3198,71	3284,14	3200,88	3226,75	3202,73	2,77
	F4	4184,76	4214,46	4234,75	4219,01	4237,74	4218,47	2,83

633 Nas linhas médias seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo Teste
 634 de Tukey ($P > 0,05$). ES: energia do sinal; AA: amplitude máxima; AI: amplitude mínima; IS:
 635 intensidade do sinal; FP: frequência de pitch; F1: formante 1; F2: formante 2; F3: formante 3;
 636 F4: formante 4. Períodos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem a cada 30 minutos de intervalo de
 637 avaliação.

638 Exceto para as formantes 1 e 3, todos os atributos sonoros avaliados apresentaram
 639 diferença significativa entre os estímulos aos quais os animais foram submetidos. Entretanto
 640 os mesmos se comportaram de maneira distinta (Tabela 2).

641 A energia do sinal não permitiu a diferenciação da condição de estresse por sede da
 642 situação de conforto. Entretanto, ambas foram distintas das demais condições (calor e fome),
 643 que por sua vez também foram diferentes entre si. A energia do sinal proveniente da
 644 vocalização de suínos é maior em animais submetidos ao estresse por calor, seguido da
 645 condição de fome. Em virtude disso, o atributo energia do sinal pode ser um bom indicativo
 646 de que os animais estão submetidos à condição de estresse térmico ou de fome.

647 Não houve efeito regular da duração do estresse sobre a energia do sinal da
 648 vocalização nas diferentes situações (Tabela 3 e Figura 2).

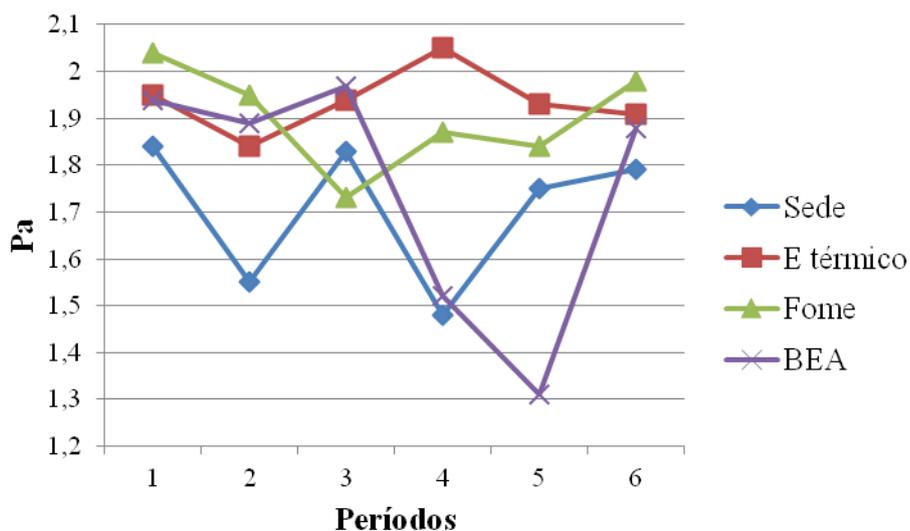


649
 650 **Figura 2.** Energia do sinal ($\text{Pa}^2 \cdot \text{S}$) de vocalizações de suínos submetidos a diferentes
 651 estímulos estressantes.

652 Contradizendo os resultados observados, Cordeiro et al. (2009) verificaram que a
 653 energia do sinal aumenta em função da intensidade do estresse a que o animal é submetido.
 654 Marx et al., (2003) avaliando suínos durante a castração verificaram que as vocalizações

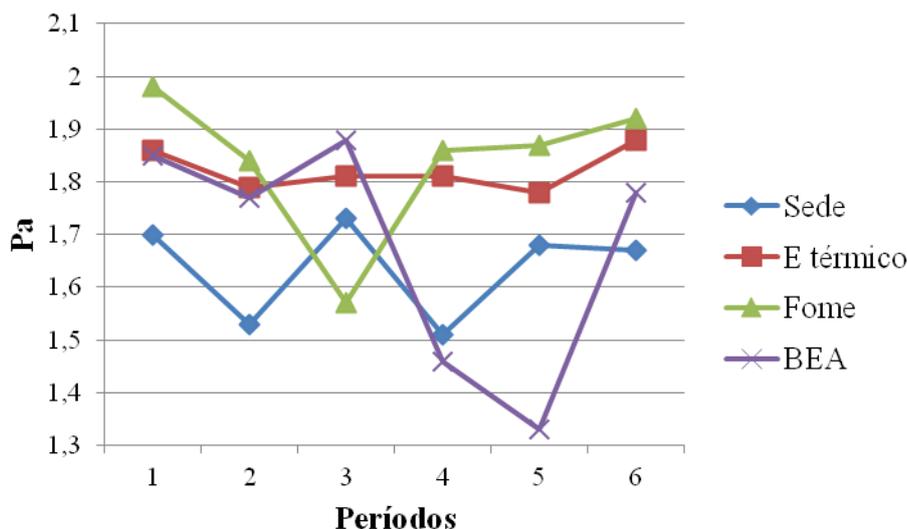
655 associadas com a dor podem ser identificadas e caracterizadas, por meio da energia do sinal.
656 No entanto, comparando a vocalização de animais castrados sem anestesia e com anestesia
657 local, Cordeiro, (2012) observou que não houve diferença da energia emitida na vocalização
658 dos leitões.

659 As amplitudes máxima e mínima das vocalizações não foram distintas entre suínos
660 submetidos à condição de calor, fome ou bem-estar. Apenas sede e estresse térmico puderam
661 ser diferenciados entre si, sendo as amplitudes maiores para animais submetidos ao estresse
662 por calor. Desta forma, a amplitude máxima não foi considerada um bom indicativo para
663 diferenciação de estresse. A duração do estresse não influenciou as amplitudes máxima e
664 mínima (Tabela 3, Figuras 3 e 4).



665

666 **Figura 3.** Amplitude máxima de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
667 estressantes.



668

669 **Figura 4.** Amplitude mínima de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
670 estressantes.

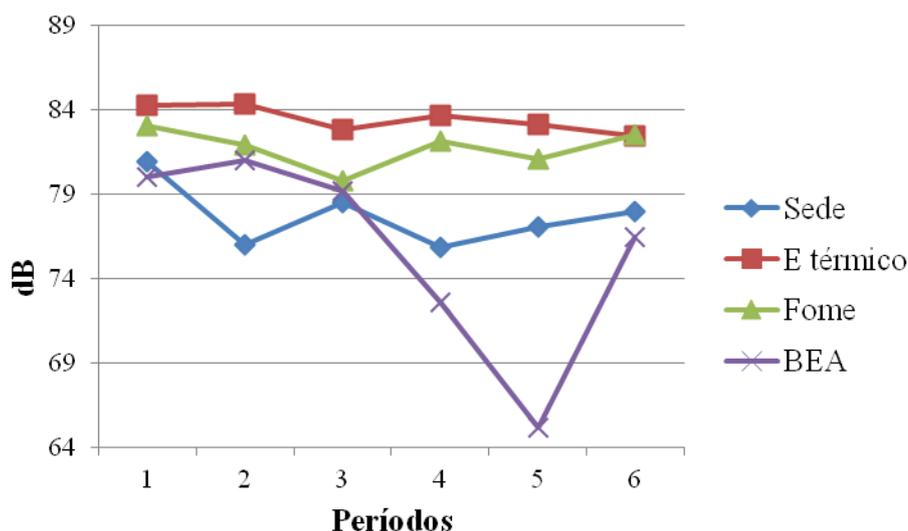
671

672 A intensidade do sinal não permitiu a diferenciação da condição de estresse por sede
673 da situação de conforto. Entretanto, ambas foram distintas das demais condições (calor e
674 fome), que por sua vez não foram diferentes entre si. A intensidade do sinal proveniente da
675 vocalização de suínos é maior em animais submetidos ao estresse por calor e por fome do que
676 pela sede ou em situação de conforto. Desta forma, quando associado ao atributo energia do
677 sinal pode ser um indicativo eficiente de condições de estresse térmico ou de fome. A
678 intensidade do som apresentou comportamento constante ao longo do tempo, exceto para a
679 condição de bem-estar (Tabela 3 e Figura 5).

680 Trabalhando com suínos em diferentes situações de estresse (estresse por calor, sede,
681 frio, dor e condição de bem-estar), Cordeiro (2012) observou valores de intensidade do sinal
682 entre o valor mínimo de 72 e máximo de 76 dB, próximos aos encontrados na presente
683 pesquisa.

684 Avaliando leitões em fase de maternidade Risi (2010) concluiu que leitões saudáveis
685 emitem gritos com maior intensidade (79,76 dB) do que animais artríticos (78,15 dB). Uma

686 das explicações para a ocorrência deste fato deve-se ao melhor desempenho dos animais
 687 sadios em estimular a expulsão de ar pelas vias aéreas promovendo a vibração das cordas
 688 vocais.



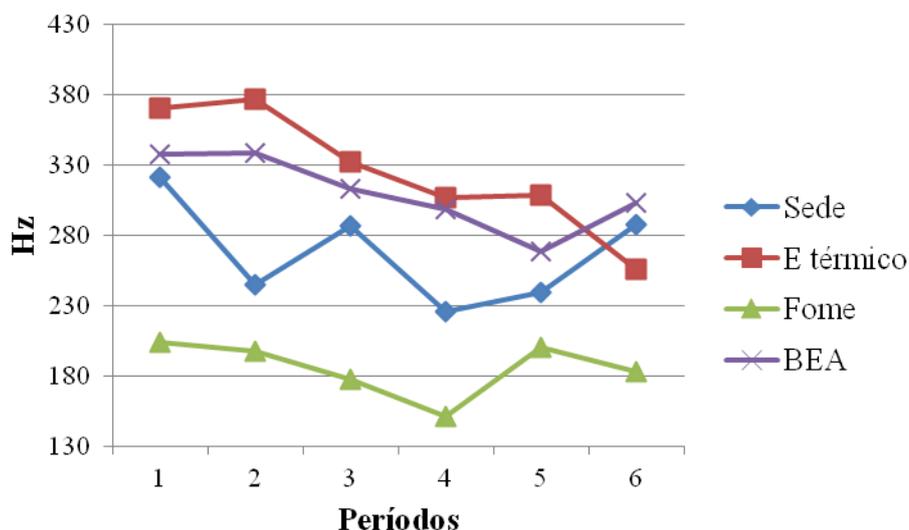
689
 690 **Figura 5.** Intensidade do som de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
 691 estressantes.

692 Buscando estimar o nível de dor em suínos pela sua vocalização, Cordeiro (2012)
 693 proporcionou diferentes condições de estresse por dor (marcação, caudectomia e castração),
 694 em leitões em fase de maternidade. A autora concluiu que a intensidade do som aumenta
 695 sucessivamente de normal (70,41 dB), para marcação (77,64 dB), depois para caudectomia
 696 (88,31 dB) e castração (87,39 dB), sugerindo que a intensidade do som vocal do suíno
 697 acompanha o aumento do nível de dor.

698 Deste modo, com base nos resultados observados na presente pesquisa, pode-se inferir
 699 que suínos submetidos a fatores estressantes, mesmo na ausência de dor, podem alterar de
 700 maneira distinta a intensidade do sinal em suas vocalizações, dependendo do estímulo,
 701 duração e grau de estresse. Considerando-se os valores de intensidade de som normal para
 702 suínos em condição de conforto citados por Cordeiro (2012), de 70,41 dB, observou-se na

703 presente pesquisa, que todos os estímulos estressantes proporcionaram valores médios
704 superiores a este.

705 A frequência de pitch foi superior nas vocalizações de suínos submetidos ao estresse
706 por calor e à condição de conforto, não sendo estatisticamente diferentes entre si. Estes
707 valores foram seguidos pelo estresse por sede e fome, distintos entre si. Deste modo, este
708 atributo pode contribuir para diferenciar a condição de estresse por sede da condição de
709 conforto, e o estresse térmico da condição de fome, para os quais os demais atributos não
710 foram eficientes. A frequência de pitch não apresentou tendência de modificação ao longo do
711 período de avaliação (Tabela 3 e Figura 6).

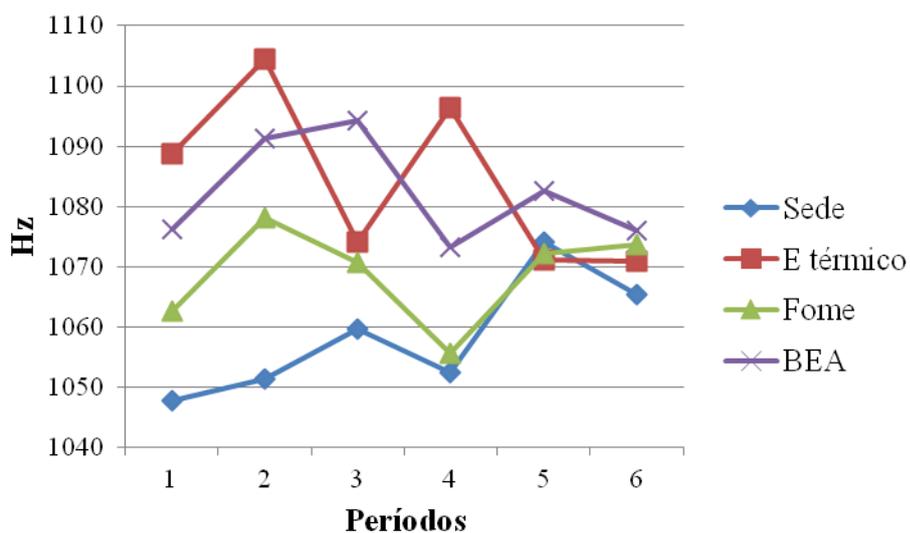


712

713 **Figura 6.** Frequência de Pitch de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
714 estressantes.

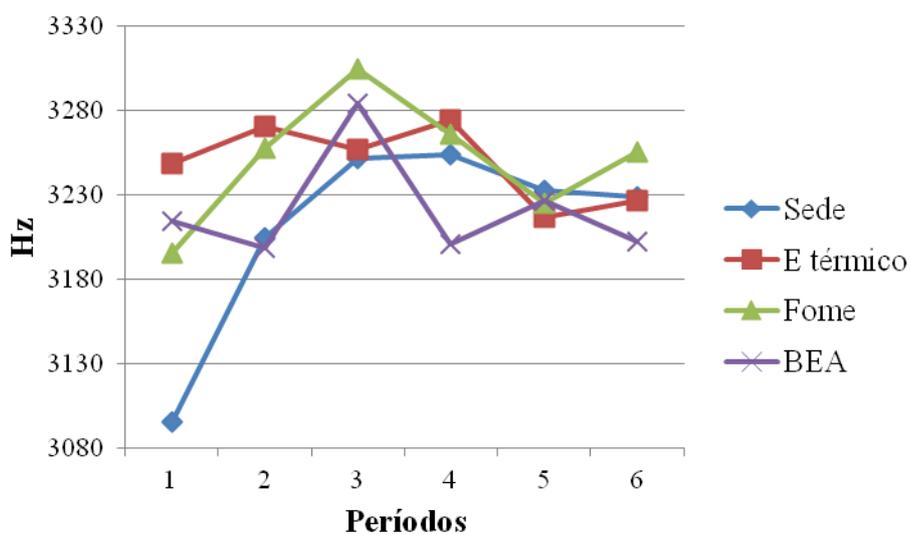
715 Diferente dos resultados da presente pesquisa, Cordeiro (2012) observou que
716 frequência de pitch apresentou valores maiores com o aumento do grau de estresse nos
717 suínos.

718 As formantes 1 e 3 não apresentaram-se diferentes entre os tratamentos (Tabela 2),
719 bem como não apresentaram padrão regular de comportamento ao longo do tempo de duração
720 do estímulo (Tabela 3 e Figuras 7 e 8).



721

722 **Figura 7.** Formante 1 de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
 723 estressantes.

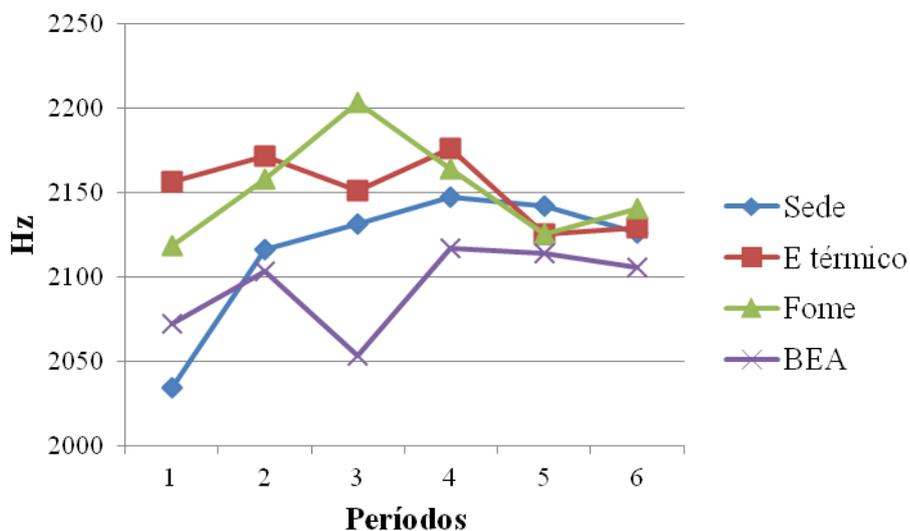


724

725 **Figura 8.** Formante 3 de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
 726 estressantes.

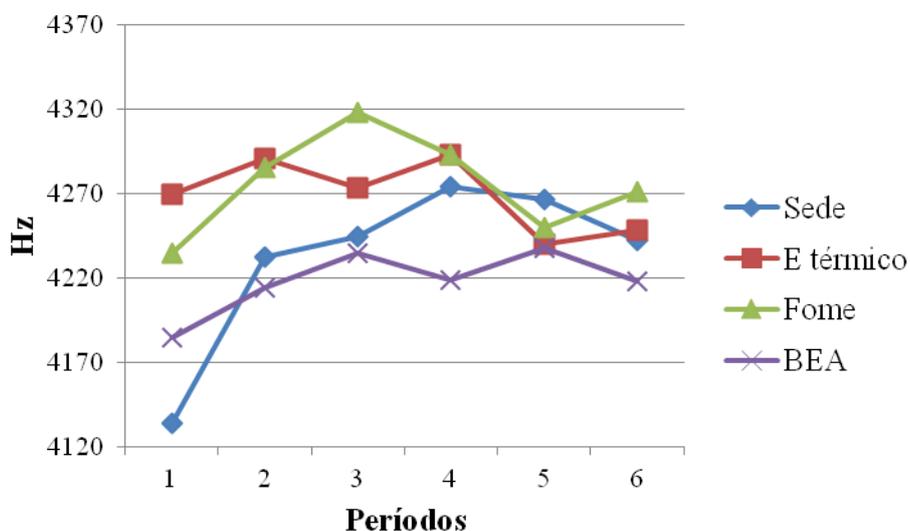
727 As formantes 2 e 4 só permitiram a diferenciação entre os estresse por fome e a
 728 condição de bem-estar, sendo entre os demais atributos semelhantes entre si. Ambas as

729 formantes atingiram valores máximos no 3º período de avaliação diminuindo novamente
 730 após este período (Tabela 3, Figuras 9 e 10).



731

732 **Figura 9.** Formante 2 de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
 733 estressantes.



734

735 **Figura 10.** Formante 4 de vocalizações de suínos submetidos a diferentes estímulos
 736 estressantes.

737 Os valores de posição e dispersão das formantes (frequências harmônicas) oriundas da
 738 vocalização de animais sadios e com artrite apresentam diferenças significativas entre si,

739 fornecendo-nos informações de que o timbre dos animais varia nas duas condições estudadas
740 (Bridi, 2010).

741 A utilização dos valores médios das formantes presentes na vocalização de vacas em
742 duas condições distintas revelou resultados satisfatórios, sendo então variáveis acústicas que
743 permitem a diferenciação entre a vocalização emitida em situação de estro e a vocalização
744 emitida momentos antes da alimentação em bovinos (Yeon, 2006).

745 As médias dos valores presentes em cada formante da vocalização de felinos
746 forneceram bons resultados na tentativa de diferenciar as vocalizações emitidas durante o
747 período pré-alimentar e em situações agonísticas (expressam agressividade). As primeiras e
748 segundas formantes ressonantes são parâmetros acústicos importantes para diferenciar a
749 vocalização de gatos domésticos e selvagens, podendo refletir a natureza de filtragem
750 (amplificação do sinal) do trato vocal (Nicastro, 2004).

751 **Correlações entre os atributos de som**

752 Observaram-se correlações, positivas e negativas entre os diferentes atributos do som
753 de vocalizações de suínos submetidos a diferentes condições de estresse (Tabela 2).

754 **Estresse por sede.** Correlações positivas foram observadas entre a duração do
755 estímulo e as formantes 2, 3 e 4. Em contrapartida, quanto maior a duração do estresse por
756 sede menor a energia do sinal. A energia do sinal relacionou-se positivamente com a
757 amplitude máxima, amplitude mínima, intensidade do sinal e frequência de pitch e foi
758 negativamente correlacionada com as formantes 2, 3, 4. As amplitudes máxima e mínima
759 foram positivamente correlacionadas entre si e com a intensidade do sinal e frequência de
760 pitch. A frequência de pitch foi positivamente correlacionada a intensidade do sinal e
761 negativamente com as formantes 2, 3 e 4.

762 **Tabela 4.** Correlações entre a duração do estímulo e atributos do som, para condição de
 763 estresse por sede, fome, térmico e situação de BEA.

	DE	ES	AA	AI	IS	FP	F1	F2	F3	F4
Estresse por Sede										
DE	1,00	-0,42**	-	-	-	-	-	0,63+++	0,61+++	0,61+++
ES		1,00	0,61+++	0,45++	0,95+++	0,50++	-	-0,57**	-0,57**	-0,56**
AA			1,00	0,88+++	0,63+++	0,40++	-	-	-	-
AI				1,00	0,55++	0,46++	-	-	-	-
IS					1,00	0,56++	-	-0,44**	-0,44**	-0,44**
FP						1,00	-	-0,46**	-0,40**	-0,51**
F1							1,00	0,43++	0,39++	0,44++
F2								1,00	0,94+++	0,96+++
F3									1,00	0,95+++
F4										1,00
Estresse por Fome										
DE	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES		1,00	0,58++	0,62+++	0,95+++	-	-	-	-	-
AA			1,00	0,75+++	0,55++	0,44++	-	-	-0,39**	-0,48**
AI				1,00	0,58++	0,39++	-	-0,43**	-0,51**	-0,57**
IS					1,00	-	-	-	-	-
FP						1,00	-	-	-0,37**	-0,49**
F1							1,00	-	-	-
F2								1,00	0,88+++	0,82+++
F3									1,00	0,95+++
F4										1,00
Estresse Térmico										
DE	1,00	-0,42**	-	-	-0,44**	-0,61***	-	-0,38**	-0,40**	-0,40**
ES		1,00	-	-	0,98+++	0,59++	-	-	-	-
AA			1,00	0,63+++	-	-	-	-	-	-
AI				1,00	-	-	-	-	-	-
IS					1,00	0,65+++	-	-	-	-
FP						1,00	-	-	-	-
F1							1,00	0,71+++	0,62+++	0,60++
F2								1,00	0,92+++	0,89+++
F3									1,00	0,95+++
F4										1,00
Situação de BEA										
DE	1,00	-	-0,41**	-0,37**	-0,47**	-0,54**	-	-	-	-
ES		1,00	0,77+++	0,76+++	0,79+++	0,42++	-	-	-	-
AA			1,00	0,90+++	0,83+++	0,59++	-	-	-	-
AI				1,00	0,85+++	0,44++	-	-	-	-
IS					1,00	0,53++	-	-	-	-
FP						1,00	-	-	-	-
F1							1,00	-	0,38++	-
F2								1,00	-	-
F3									1,00	0,66+++
F4										1,00

764 + - Correlação positiva fraca (0,10 a 0,30); ++ - Correlação positiva moderada (0,31 a 0,60); +++ - Correlação
 765 positiva forte (0,61 a 1,00)

766 * - Correlação negativa fraca (0,10 a 0,30); ** - Correlação negativa moderada (0,31 a 0,60); *** - Correlação
 767 negativa forte (0,61 a 1,00)

768 DE: duração do estímulo; ES: energia do sinal; AA: amplitude máxima; AI: amplitude mínima; IS: intensidade
 769 do sinal; FP: frequência de pitch; F1: formante 1; F2: formante 2; F3: formante 3; F4: formante 4.

770 **Estresse por fome.** De maneira distinta ao observado para o estímulo sede, a duração
771 do estímulo por fome não apresentou correlação com nenhum dos atributos de som avaliados.
772 A energia do sinal comportou-se de maneira semelhante ao estresse por sede, sendo
773 positivamente correlacionada com as amplitudes máxima e mínima e alta correlação com a
774 intensidade do sinal, mas de maneira distinta não se correlacionou com a frequência de pitch
775 ou com as formantes. As amplitudes máxima e mínima foram positivamente correlacionadas
776 entre si e com a intensidade do sinal e frequência de pitch, mas negativamente
777 correlacionadas com as formantes. Correlações negativas foram observadas entre a
778 frequência de pitch e as formantes 3 e 4.

779 **Estresse térmico.** A duração do estímulo correlacionou-se negativamente com a energia e
780 intensidade do sinal, com a frequência de pitch e com as formantes 2, 3, e 4, apresentando
781 desta forma padrão bastante distinto dos estímulos de fome e sede. Moderada correlação
782 positiva foi observada entre a energia do sinal e a intensidade do sinal e frequência de pitch,
783 não apresentando correlação com as amplitudes máximas e mínimas conforme observado
784 para os estímulos de fome e sede. Amplitudes máximas e mínimas também apresentaram alta
785 correlação positiva entre si, mas não se correlacionaram com nenhum outro parâmetro
786 avaliado. Houve alta correlação positiva entre a intensidade do sinal e a frequência de pitch.

787 **Situação de bem-estar (BEA).** As correlações entre os atributos sonoros em condição
788 de BEA assumiram padrão mais semelhante ao observado no estresse por sede, exceto pelo
789 fato das formantes praticamente não terem se correlacionado com os demais atributos e
790 correlações negativas observadas entre a duração do estímulo e as amplitudes máxima e
791 mínima, intensidade do som e frequência de pitch. As formantes foram alta e positivamente

792 correlacionadas entre si em todas as situações de estresse, mas de maneira menos expressiva
793 para a condição de BEA.

794 **CONCLUSÃO**

795 Os atributos sonoros energia do sinal, intensidade do sinal, frequência de pitch e as
796 formantes 2 e 4 apresentaram diferenciação entre as vocalizações de suínos, de maneira
797 distinta em função do tipo e duração do estímulo estressante, funcionando como ferramenta
798 eficiente para quantificar o grau de estresse dos animais.

799 **REFERÊNCIAS**

- 800 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE
801 CARNE SUÍNA - ABIPECS. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>.
802 Acesso em: 30/11/2012.
- 803 BARBARI, M.; BIANCHI, M.; GUERRI, F.S. Preliminary analysis of different cooling
804 systems of sows in farrowing room. **Journal of Agricultural Engineering**, v.1, p.9-15,
805 2007.
- 806 CORDEIRO, A. F. S. **Uso da vocalização como ferramenta para identificação de suínos,**
807 **medida de bem estar e estimativa da energia gasta na sua vocalização.** 2012. Tese
808 (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 809 CORDEIRO, A. F. S.; PEREIRA, E. M.; NÄÄS. I. A.; SILVA, W. T.; MOURA, D. J.
810 Medida de Vocalização de Suínos (*Sus scrofa*) como um Indicador de Gasto Energético.
811 Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, 2009. **Brazilian Journal of Biosystems**
812 **Engineering**. p.2, 2009.
- 813 DÜPJAN, S.; SCHÖN, P. PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G.
814 Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus*
815 *scrofa*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 114, p. 105-115, 2008.
- 816 GILLESPIE, C. F.; PHIFER, J.; BRADLEY, B.; RESSLER, K. J. Risk and resilience:
817 Genetic and environmental influences on development of the stress response. **Depression**
818 **and Anxiety**, v. 26, p.984-992, 2009.
- 819 GOYMANN, W.; EAST, M. L.; WACHTER, B. et al. Social status does not predict
820 corticosteroid levels in postdispersal male spotted hyenas. **Hormones and Behavior**. v.
821 43, p. 474-479, 2003.
- 822 HESSING, M.J.C.; HAGELSO, A.M.; VAN BEEK, J.A.M.; WIEPKEMA, P.R.;
823 SCHOUTEN, W.G.P.; KRUKOW, R. Individual behavioural characteristics in pigs.
824 **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 37, p. 285-295, 1993.
- 825 MARX, G.; HORN, T.; THIELEBEIN, J.; KNUBEL, B., BORELL, E.; Analysis of pain-
826 related vocalization in young pigs. **Journal of Sound and Vibration**, 266, p. 687-698,
827 2003.
- 828 NICASTRO, N. Perceptual and acoustic evidence for species-Level differences in meow
829 vocalizations by domestic cats (*Felis catus*) and african wild cats (*Felis silvestris lybica*).
830 **Journal of Comparative Psychology**, Washington, v. 118, n. 3. P. 287-296, 2004.
- 831 RISI, N. **Uso da vocalização como indicador patológico em leitões na fase de**
832 **maternidade.** 2010. 93f. Dissertação - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
833 Piracicaba, 2010.
- 834 ROLLER, W.L.; GOLDMAN, R.F. Response of swine to acute heat exposure. **Transactions**
835 **of the American Society of Agricultural Engineers**, v.12, n.2, p.164-169, 174, 1969.

836 YEON, S.C.; JEON, J.H.; HOUP, K. A.; CHANG, H. H.; LEE, H.C.; LEE, H.J. Acoustic
837 features of vocalizations of Korean native cows (*Bos Taurus coreana*) in two different
838 conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 101, p. 1-9, 2006.

CAPÍTULO III

MINERAÇÃO DE DADOS DE VOCALIZAÇÃO PARA ESTIMATIVA DE CONDIÇÕES DE ESTRESSE DE SUÍNOS

839 **MINERAÇÃO DE DADOS DE VOCALIZAÇÃO PARA ESTIMATIVA DE**
840 **CONDIÇÕES DE ESTRESSE DE SUÍNOS**

841 *DATA MINING VOCALIZATION TO ESTIMATE OF STRESS CONDITIONS OF PIGS*

842 **RESUMO**

843 Objetivou-se identificar diferenças no padrão de vocalização em função do sexo dos
844 animais e diferentes situações de estresse. Foram utilizados 150 animais machos castrados e
845 150 fêmeas (linhagem Dalland), com 100 dias de idade. Os suínos foram submetidos a
846 diferentes situações de estresse: sede (animais sem acesso a água), fome (suínos sem acesso
847 ao alimento), estresse térmico (ITU superior a 74) e BEA (animais com alimento e água, com
848 ITU abaixo de 70). Foram registrados os sinais acústicos a cada 30 minutos, totalizando seis
849 coletas para cada situação de estresse. Posteriormente os áudios foram analisados pelo
850 *software* Praat[®] 5.1.19, gerando um espectro sonoro. Para a determinação das condições de
851 estresse, os dados foram processados no programa computacional WEKA[®] (3.5), utilizando
852 o algoritmo de árvore de decisão C4.5, (conhecido como J48 no ambiente WEKA),
853 considerando validação cruzada com amostras de 10 % (10-fold cross-validation). De acordo
854 com a Árvore de Decisão o atributo acústico mais importante para classificação das
855 condições de estresse foi a Intensidade (nó raiz) do som. Não foi possível identificar o sexo
856 dos animais pelo registro vocal, utilizando os atributos testados. Foi gerada uma árvore de
857 decisão para reconhecimento de situação de fome, sede e estresse térmico em suínos, a partir
858 de registros da intensidade do som, da frequência de pitch e da formante 1.

859 **Palavras chave:** atributos sonoros, bem-estar, intensidade do som

860 **ABSTRACT**

861 This study aimed to identify differences in the pattern of vocalization as a function of
862 animal sex and different stress situations. A total of 150 barrow pigs and 150 females
863 (Dalland lineage), with 100 days of age. Pigs were exposed to different stressful situations:
864 Thirsty (no access to water), hunger (without access to the food), thermal stress (THI
865 exceeding 74). For the control treatment, the animals were kept in situation of comfort
866 (animals with full access to food and water, and environment THI below 70).Acoustic signals
867 were recorded every 30 minutes, totaling six samples for each stress situation. Later the
868 audios were analyzed by software Praat ® 5.1.19, generating a sound spectrum. For the
869 determination of stress conditions, the data were processed in the computer program WEKA
870 ® (3.5), using the decision tree algorithm C4.5, (known as J48 in WEKA environment),
871 whereas cross-validation samples with 10% (10-fold cross-validation). According to the
872 Decision Tree acoustic most important attribute for sorting the conditions of stress was
873 Intensity (root node) of the sound. It was not possible to identify the sex of the animal vocal
874 register, using the attributes tested. It generated a decision tree for recognizing situation of
875 hunger, thirst and heat stress in pigs, from records of sound intensity, frequency of pitch and
876 formant 1.

877 **Keywords:** intensity of sound, sonorous attributes, welfare

878 **INTRODUÇÃO**

879 Atualmente os sistemas de produção na suinocultura são diferenciados para machos e
880 fêmeas, ou seja, as exigências tanto para dietas como para o manejo são distintas entre as
881 categorias.

882 A Técnica de Mineração de dados é a extração de conhecimento previamente
883 desconhecido e potencialmente útil a partir de dados. Os padrões descobertos em bancos de
884 dados podem ser úteis para descrever estruturas não conhecidas ou para prever novas
885 situações (Fayyad, 1996).

886 O comportamento animal é um indicativo importante do seu bem-estar, e sua
887 avaliação pode auxiliar na medida da qualidade de vida dos animais de maneira não invasiva.
888 A vocalização dos animais é a expressão do seu estado específico, que pode ocorrer
889 espontaneamente, ou pode ser o resultado de um evento externo, por exemplo, a fome e a dor
890 e por este motivo transformou-se em uma ferramenta muito importante para a avaliação do
891 bem-estar animal (Dupjan et al., 2008).

892 Existem evidências de que cada animal possua características individuais na
893 vocalização. Os animais utilizam a vocalização como forma de comunicação entre indivíduos
894 da mesma espécie (Grandin, 1998). As fêmeas suínas expressam individualmente uma
895 composição da frequência do grunhido (Schöen et al., 1999).

896 Para tanto se objetivou identificar diferenças no padrão de vocalização em animais de
897 diferente sexo em diferentes situações de estresse.

898 **MATERIAIS E MÉTODOS**

899 O experimento foi realizado em granja comercial no mês de abril de 2012, em granja
900 comercial situada no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, localização, latitude -27° 55'

901 23", longitude -53° 02' 21" e altitude média 385 metros, o clima da região, de acordo com a
902 classificação de Köppen é subtropical úmido.

903 Foram utilizados 150 animais machos castrados cirurgicamente e 150 fêmeas
904 (linhagem Dalland), com 100 dias de idade (fase de crescimento), distribuídos em 10 baias.

905 Os suínos foram alojados em galpões com orientação no sentido leste-oeste, pé-direito
906 de 3,0 metros, muretas laterais de 1 metro de altura, cortinas nas laterais, telhado de telhas de
907 amianto (6 mm). Os galpões utilizados possuem 10 baias com 30 m² de área, sendo alocados
908 30 animais em cada. O piso é de concreto com uma lamina d'água de 5 cm no fundo das
909 baias. Os bebedouros são do tipo "chupeta", dispostos no fundo das baias (três por baia). O
910 comedouro é do tipo automático com capacidade de seis suínos. Nas laterais externas dos
911 galpões, incide uma linha de plantas, com objetivo de dispor sombra na parte superior do
912 galpão (telhado).

913 Foram registrados os dados ambientais (temperatura e umidade relativa) utilizando-se
914 um termo-higrômetro digital, com registro a cada 30 minutos. Posteriormente, os valores
915 médios de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculados as temperaturas de bulbo
916 seco (tbs) e bulbo úmido (tbu) do ar por meio do programa Psicrom® (Roriz, 2003) e
917 posteriormente os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação: $ITU =$
918 $0,45 Tbu + 1,35 Tbs + 32$ (Roller & Goldman, 1969).

919 Os animais foram submetidos a diferentes situações de estresse: sede (animais sem
920 acesso a água), fome (suínos sem acesso ao alimento), estresse térmico (ITU superior a 74) e
921 Bem-Estar Animal (animais com alimento e água, com ITU abaixo de 73).

922 As situações de estresse por fome e sede foram determinadas após um período de 11
923 horas de jejum, em ambos os casos, a partir deste período, iniciou-se a coleta dos dados.

924 Foram registrados os sinais acústicos a cada 30 minutos, totalizando seis coletas para
925 cada situação de estresse. O registro dos sinais acústicos foi realizado com o auxílio de um

926 microfone unidirecional YOGA[®], um gravador digital Marantz PMD 660[®] (Figura 1). O
927 microfone foi posicionado a um metro de altura dos suínos, disposto no centro de cada baia,
928 sendo este acoplado ao gravador. Os sinais foram digitalizados a uma frequência de até
929 44.100 Hz, por um período de 3 minutos.



930

931 **Figura 1.** Microfone unidirecional e gravador digital.

932 Depois de realizadas as coletas, os sons foram descarregados em um computador.
933 Cada baia proporcionou o registro de uma faixa sequencial de “gritos e grunhidos”
934 (vocalizações). Posteriormente os áudios foram analisados pelo *software* Praat[®] 5.1.19, sendo
935 extraídos os parâmetros acústicos pela aplicação da Transformada de Fourier, gerando um
936 espectro sonoro.

937 Os atributos gerados em virtude do *software* revelam a energia do sinal ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$),
938 amplitude máxima e amplitude mínima (Pa), a frequência de Picht (Hz), a intensidade sonora
939 (dB) e quatro níveis de formantes (F1; F2; F3 e F4), também chamados de harmônicas (Hz).

940 Para a determinação das condições de estresse, os dados foram processados no
941 programa computacional WEKA[®] (3.5), utilizando o algoritmo de árvore de decisão C4.5,
942 (conhecido como J48 no ambiente WEKA), considerando validação cruzada com amostras de
943 10 % (10-fold cross-validation). Os atributos utilizados na mineração dos dados estão
944 descritos na Tabela 1. O atributo meta foi a condição de estresse.

945 **Tabela 1.** Atributos usados para Mineração dos dados.

Atributo	Unidade	Descrição
Sexo	-	Macho ou Fêmea
Tempo (períodos de avaliação)		1, 2, 3, 4, 5 e 6
Situação de estresse	-	BEA, estresse térmico, dor e fome
Energia do sinal	Pa ² *s	Energia emitida na onda sonora
Duração do sinal	S	Duração do som
Amplitude máxima	Pa	Máxima amplitude da onda sonora
Amplitude mínima	Pa	Mínima amplitude da onda sonora
Intensidade	dB	Intensidade da onda sonora
Frequencia de Fitch	Hz	Determina a altura do som
Formante 1	Hz	Frequência da formante 1
Formante 2	Hz	Frequência da formante 2
Formante 3	Hz	Frequência da formante 3
Formante 4	Hz	Frequência da formante 4

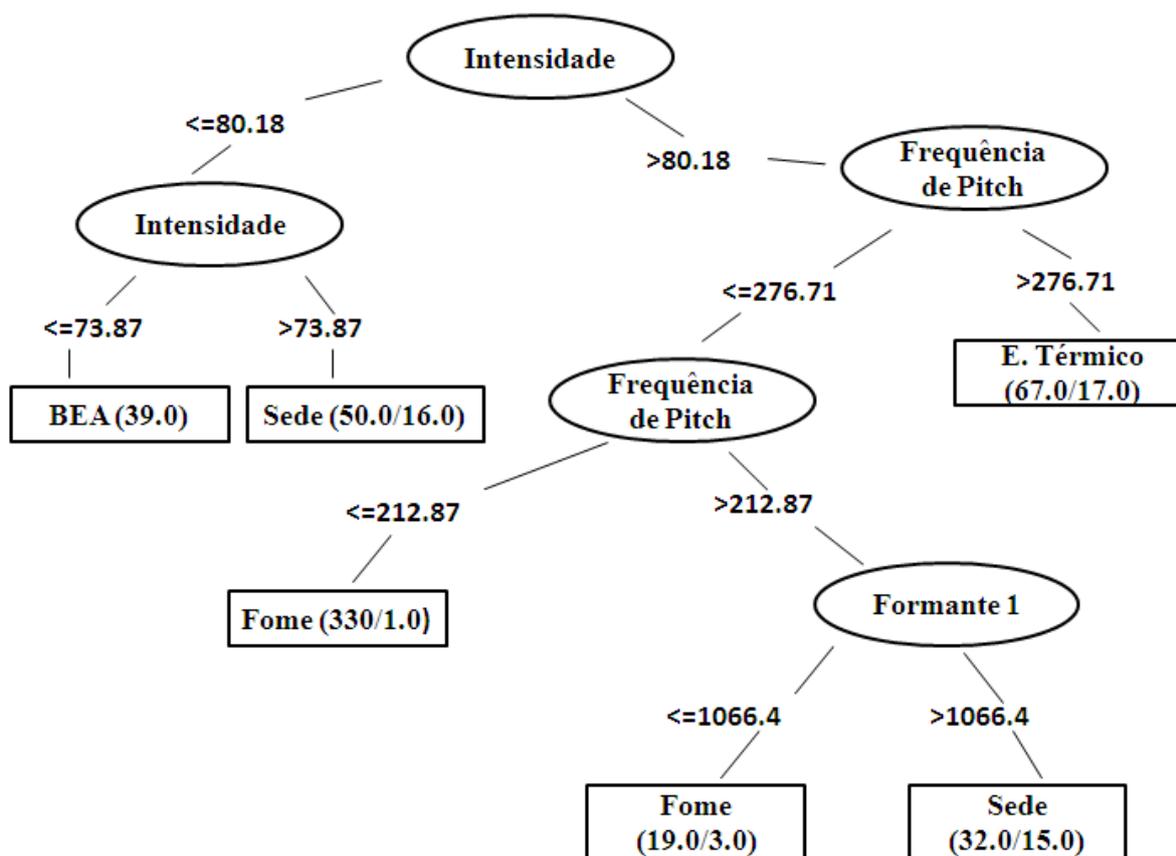
946 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

947 A Árvore de Decisão obtida pelo algoritmo J48 teve acurácia de 77, 66 % e estatística
948 Kappa de 0,62 . De acordo com a Árvore de Decisão o atributo acústico mais importante para
949 classificação das condições de estresse foi a Intensidade (nó raiz) do som. Para Intensidade
950 menor ou igual a 73,87 dB, há um indicativo e que os animais estavam na situação de bem-
951 estar ao passo que para intensidade maior que 73,87 e menor ou igual a 80,18, há um
952 indicativo de que os animais estavam com sede. Já para intensidade maior que 80,18 dB, foi
953 necessário verificar a Frequência de Pitch. Para Frequência de Pitch maior que 276,71 Hz, há
954 um indicativo de que os animais estavam em estresse térmico. Para Frequência de Pitch

955 maior ou igual a 276,71 Hz e menor ou igual a 212,87 Hz, estima-se que os animais estavam
956 com fome. Para Frequência de Pitch maior que 212,87 Hz foi preciso verificar também a
957 Formante 1. Neste caso, para Formante 1 maior que 1066,4 Hz há um indicativo de que os
958 animais estavam com sede e, para Formante 1 menor ou igual a 1066,4 Hz, há uma chance de
959 que os animais estavam com Fome.

960 Em trabalho desenvolvido com leitões em fase de maternidade Risi (2010), comparou
961 características acústicas presentes na vocalização de leitões com artrite e sadios. Os leitões
962 sadios emitiram vocalizações com maior intensidade (79,76 dB) do que animais artríticos
963 (78,15 dB). Esta característica é discriminada pela intensidade sonora (dB) das chamadas e a
964 explicação para a ocorrência deste fato deve-se também ao desempenho dos animais em
965 estimular a expulsão de ar pelas vias aéreas promovendo a vibração das cordas vocais (Risi,
966 2010). O uso da intensidade sonora como fator determinante para a estimativa do bem-estar
967 em virtude da vocalização de suínos foi eficiente em pesquisa desenvolvida por Nääs et al.,
968 2008).

969 Não foi possível identificar o sexo pela intensidade do som, ou outros atributos
970 testados, diferente de pesquisas com outras espécies em, que foi possível identificar o sexo
971 em razão dos sinais sonoros (Volodin et al., 2005; Ey et al., 2007; Gogoleva et al., 2012).



972

973 **Figura 2.** Classificação das condições de estresse de suínos em alojamento comercial,
 974 submetidos a situação de estresse, usando o algoritmo J48.

975 CONCLUSÃO

976 Não foi possível identificar o sexo dos animais através do padrão de vocalização,
 977 utilizando os atributos testados. No entanto a partir dos atributos intensidade do som,
 978 frequência de pitch e formante 1, pode-se reconhecer as situações de fome, sede e estresse
 979 por calor.

980 **REFERÊNCIAS**

- 981 DÜPJAN, S.; SCHÖN, P. PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; MANTEUFFEL, G.
 982 Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus*
 983 *scrofa*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 114, p. 105-115, 2008.
- 984 EY, E.; PFEFFERLE, D.; FISCHER, J. Do age- and sex-related variations reliably reflect
 985 body size in non-human primate vocalizations? A review. **Primates**, v. 48, p.253–267,
 986 2007. 10.1007/s10329-006-0033-y
- 987 FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIO, G.; SMYTH, P. From data mining to knowledge
 988 discovery: an overview. **Artificial Intelligence Magazine**, v.17, p.37-54, 1996.
- 989 GEBERZAHN, N.; GOYMANN, W.; MUCK, C.; TEN CATE, C. Females alter their song
 990 when challenged in a sex-role reversed bird species. **Behavioral Ecology and**
 991 **Sociobiology**, v. 64, n. 2, p 193-204, 2009.
- 992 GOGOLEVA, S. S.; VOLODIN, I. A.; VOLODINA, E. V.; KHARLAMOVA A. V.; TRUT,
 993 L. N. Effects of selection for behavior, human approach mode and sex on vocalization in
 994 silver fox. **Journal of Ethology**, online, 2012. Disponível em:
 995 <http://link.springer.com/article/10.1007/s10164-012-0353-x/fulltext.html>. Acesso em 7
 996 dez 2012. p. 1-6, doi:10.1007/s10164-012-0353-x
- 997 GRANDIN, T. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare
 998 during slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, Bristol, v.56, n.2, p.121-128,
 999 1998.
- 1000 NÄÄS, I.A.; CAMPOS, L.S.L.; BARACHO, M.S.; TOLON, Y.B. Uso de redes neurais
 1001 artificiais na identificação de vocalização de suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal,
 1002 v. 28, p. 204-216, 2008.
- 1003 RISI, N. **Uso da vocalização como indicador patológico em leitões na fase de**
 1004 **maternidade**. 2010. 93f. Dissertação - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
 1005 Piracicaba, 2010.
- 1006 ROLLER, W.L.; GOLDMAN, R.F. Response of swine to acute heat exposure. **Transactions**
 1007 **of the American Society of Agricultural Engineers**, v.12, n.2, p.164-169, 174, 1969.
- 1008 SCHÖEN, P.C.; PUPPE, B.; MANTEUFFEL, G. Common features and individual
 1009 differences in nurse grunting of domestic pigs (*Sus scrofa*): a multiparametric analysis.
 1010 **Behaviour** 136, p.49-66. 1999.
- 1011 VOLODIN, I. A.; VOLODINA, E. V.; KLENOVA, A. V.; FILATOVA, O. A. Individual and
 1012 sexual differences in the calls of the monomorphic white-faced whistling duck
 1013 *Dendrocygna viduata*. **Acta Ornithologica**, v.40, n. 1, p.43–52, 2005.

1014 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1015 A busca pelas melhores condições de produção e desempenho dos animais, aliados à
1016 manutenção de suas condições de bem-estar traz consigo a necessidade constante de
1017 utilização de ferramentas e técnicas precisas para obtenção dos resultados desejados.

1018 Neste aspecto, a zootecnia de precisão, que pode ser definida como a gestão da
1019 produção animal baseada nos princípios e na tecnologia da engenharia de processos, vem se
1020 tornando cada mais importante no contexto da produção animal. Dentre as novas tecnologias
1021 disponíveis para avaliação do comportamento e bem-estar animal, a análise da vocalização
1022 vem ganhando destaque.

1023 Entretanto, esta é ainda uma ferramenta recente e que necessita ser amplamente
1024 estudada visando otimizar e facilitar sua aplicação prática. Atualmente as análises no
1025 *software* para extração dos atributos acústicos das vocalizações, exigem grande dispêndio de
1026 tempo, devido à uma série de fatores, como por exemplo a necessidade de exclusão dos
1027 ruídos ambientes (sons de equipamentos das instalações) presentes nos sinais acústicos,
1028 tornando a pesquisa morosa.

1029 Recomenda-se, portanto, que pesquisas que envolvam a análise da vocalização animal
1030 sejam feitas em ambiente controlado, com isolamento acústico de ruídos externos, no qual se
1031 possa minimizar a interferência de sons indesejáveis. Acredita-se, porém, que com o rápido
1032 avanço tecnológico, em breve esta se torne uma ferramenta prática. Torna-se cada dia mais
1033 claro a sua aplicabilidade e importância na produção animal uma vez que os registros de
1034 vocalização permitem não somente avaliar as condições de bem-estar animal, mas também a
1035 melhor compreensão sobre a comunicação entre eles, como interagem socialmente e como
1036 expressam seus sentimentos. Quanto maiores os conhecimentos a este respeito, maiores as
1037 chances do homem em poder proporcionar aos animais condições mais próximas da ideal.

1038 Para pesquisas futuras, sugere-se realizar os registros dos sinais acústicos a partir do
1039 início do estímulo estressante, para determinar, por exemplo, o momento em que o animal
1040 encontra-se em maior desconforto. A análise de vocalização aliada à avaliações
1041 comportamentais poderá possibilitar conclusões mais precisas em relação à resposta do
1042 animal ao estímulo estressor.