

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS EM BAIAS COM  
COBERTURA DE POLIETILENO SOBRE O DESEMPENHO DA RÃ-  
TOURO (*Rana catesbeiana*)**

**SÔNIA MARTINS TEODORO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP  
Outubro - 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS EM BAIAS COM  
COBERTURA DE POLIETILENO SOBRE O DESEMPENHO DA RÃ-  
TOURO (*Rana catesbeiana*)**

**SÔNIA MARTINS TEODORO**

Orientador: Prof. Dr. João Francisco Escobedo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP  
Outubro - 2001

## **DEDICATÓRIA**

**À Deus, que sempre se fez presente.**

**À Modesto pela convivência ao longo dos anos, pelo auxílio precioso que possibilitou esta tese e a geração de frutos valiosos: Ana Luisa e João Marcos que deram a vida um novo sentido e razão.**

**Aos meus pais com gratidão pelo incentivo durante os primeiros passos e eterno apoio proporcionado.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **João Francisco Escobedo** pela orientação, amizade, compreensão e disponibilidade.

Ao Prof. Dr. **Claúdio Ângelo Agostinho** do Depto. de Produção e Exploração Animal da FMVZ - Botucatu - UNESP, pela parceria, amizade, serenidade e colaboração incansável, agradecimento extensivo à sua família, especialmente a **Sueli** pela atenção e carinho recebido.

Ao **Departamento de Morfologia** do Instituto de Biociências - Botucatu - UNESP que durante nossa estadia sempre manteve as portas e corações abertos. Em especial aos Prof. Dra. **Maeli Dal Pai Silva** e Dr. **Vitalino Dal Pai** pela valiosa orientação, amizade e dedicação; à funcionária **Sueli Cruz Michelin** pela inestimável assistência durante as práticas laboratoriais, convívio e amizade. Aos funcionários **Jarbas do Amaral**, **Antônia Camilo Messias** e **Cristina de Fátima Silva Audi** pela convivência amiga e pronta colaboração prestada.

À Prof. Dra. **Lucy Marie Ribeiro Muniz**, responsável pelo Laboratório de Radiologia da FMVZ - Botucatu - UNESP e à doutoranda **Luciana Ciarlini**, pela cessão do laboratório e valiosos auxílios durante as dosagens hormonais realizadas.

Ao Prof. Dr. **Carlos Roberto Padovani**, do Depto. de Bioestatística do Instituto de Biociências - Botucatu - UNESP pelo auxílio nas análises estatística e amizade.

Aos funcionários do setor de Ranicultura da FMVZ - Botucatu - UNESP, **Adenilson Lima Lucas** e **João dos Santos**, e ao estagiário **Giseldo dos Santos Braga** pela força fornecida durante toda fase experimental.

À família **Montenegro** pela amizade e gentil empréstimo de equipamentos ao longo da realização do trabalho.

À estudante de graduação **Fabiola** e aos colegas **Tânia, Simone, Alexandre** pelo inestimável auxílio durante o trabalho.

À todos os colegas da UNESP pela amizade e companheirismo.

Ao **CNPq, FAPESP e UNESP** que contribuíram para que realizássemos este desejo.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

## RESUMO

No presente trabalho se estuda a produção de rã touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) em baias de fibrocimento dentro de estufas com cobertura de polietileno e em condições de temperatura mínima controlada em laboratório.

São feitos estudos fisiológicos (dosagem de Hematócrito e de Triiodotiroidina Total - T<sub>3</sub> - e de Tiroxina Total - T<sub>4</sub>), e de alguns aspectos morfofisiológicos da musculatura estriada do músculo *adutor magnum* (morfologia, frequência e diâmetro das fibras musculares).

Foram construídas três estruturas, cada uma coberta com filme de PVC de 0,1 mm de espessura e de cores diferentes (Verde, Transparente e Branca). A construção das estruturas e das baias foi amplamente detalhada no trabalho.

O ambiente interno das estruturas foi estudado através da medição de temperaturas de globo, do ar, do piso, da água e de bulbo molhado, das irradiâncias global e refletida e do saldo de irradiação infravermelha, sendo que, no meio externo, foram feitas medições de irradiância global, da temperatura e da umidade do ar.

Foram calculados os índices bioclimáticos: Índice de Temperatura e Umidade (THI), Carga Térmica Radiante (CTR) e Índice de Termômetro de Globo (WBGT).

Obtiveram-se correlações para estimativa de variáveis ambientais, no interior das estruturas, a partir de valores medidos no meio externo e a partir de outras, medidas no interior das estruturas.

As variáveis que descrevem o ambiente interno das estufas foram correlacionadas com variáveis de desempenho animal (Peso Vivo, Ganho de Peso e Consumo) de forma descritiva, por inferência através de análise multivariada e por análises de regressão. Estas variáveis de desempenho e ambientais, também foram correlacionadas com o rendimento de carcaça, com a biometria e com diâmetros e frequência de fibras musculares.

Foram apresentadas conclusões sobre a modelagem ambiental e sobre a importância relativa das variáveis ambientais e dos índices bioclimáticos no desempenho dos animais, bem como sobre aspectos morfológicos e fisiológicos e suas relações com o ambiente e o desempenho dos animais.

AVALIATION OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN SHEDS COVERED WITH POLYETHYLENE AND THEIR EFFECT IN THE BULL FROG (*Rana Catesbeiana*) PERFORMANCE. Botucatu, 2001. 203p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SÔNIA MARTINS TEODORO

Adviser: JOÃO FRANCISCO ESCOBEDO

## SUMMARY

Bull Frogs (*(Rana catesbeiana Shaw, 1802)* production in fibercement sheds located inside polyethylene covered structures and under laboratory conditions in a minimum temperature controlled environment, were studied in this work.

Physiological analyses (levels of hematocrit, Total Triiodothyronine -T<sub>3</sub> and Total Thyroxine - T<sub>4</sub>) were conducted and some morphophysiological aspects of the *adutor magnum* muscle (morphology, frequency and diameter of the muscle fibers) were described.

Three structures were built; each one covered with a 0.1-mm width PVC film with a specific color (green, transparent and white). Structures and shed construction details were fully described.

The internal environment inside the structures and sheds was studied and the following environmental variables were measured, in a five minutes interval: globe, air, floor, water and wet bulb temperatures, global, reflected and net infrared irradiances. Outside the structures, air temperature and relative humidity and the global irradiance were measured.

The bioclimatic indexes: Temperature and Humidity Index (THI), Thermal Radiant Load (CTR) and Wet Bulb and Global Thermometer Index (WBGT) were calculated.

The environmental variables inside the structures and sheds were correlated with external ones and estimation equations were found by linear regression analyses.

Animal performance (live weight, weight gain and feed intake) was correlated with environmental variables inside the sheds descriptively, and by multivariate and regression analyses. The same was made for carcass dressing, biometry and for diameters and frequencies of the *adutor magnum* muscle fibers.

Conclusions about environmental modeling and about the relative importance of the environmental variables and bioclimatic indexes in the animal performance were presented. This was also made for the morphological and physiological aspects and their relation with the environmental variables and animal performance.

---

**Keywords:** *Rana catesbeiana*, bioclimatology, Animal Environment.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Instalações.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Medição das variáveis ambientais.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Análise dos Resultados Referentes as Variáveis Ambientais.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.1. Tabulação dos Dados Ambientais.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.2. Correlações e Descrição das Variáveis.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4. Avaliação do Desempenho dos Animais.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Aspectos Histoquímicos e Fisiológicos.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5.1. Dosagem Sérica de Triiodotiroidina Total (T<sub>3</sub> TOTAL).....</b>	<b>45</b>
<b>3.5.2. Dosagem Sérica de Tiroxina Total (T<sub>4</sub> TOTAL).....</b>	<b>48</b>
<b>3.5.3. Estudos Histológicos e Histoquímicos.....</b>	<b>50</b>
<b>3.5.3.1. Estudo Histológico.....</b>	<b>51</b>
<b>3.5.3.2. Estudo Histoquímico.....</b>	<b>52</b>
<b>3.5.4. Estudos Morfométricos.....</b>	<b>52</b>
<b>3.5.4.1. Frequência dos Tipos de Fibras.....</b>	<b>52</b>
<b>3.5.4.2. Diâmetro das Fibras.....</b>	<b>53</b>
<b>3.6. Análises dos Dados de Desempenho Animal.....</b>	<b>54</b>
<b>3.7. Análises dos Dados Histoquímicos e Fisiológicos.....</b>	<b>55</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1. Variáveis Ambientais.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.1. A Radiação Global .....</b>	<b>56</b>

	<b>Página</b>
<b>4.1.2. As Temperaturas.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.2.1. Temperatura do Ar.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.2.2. Temperaturas da Água e do Piso.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.3. A Radiação Refletida.....</b>	<b>77</b>
<b>4.1.4. O Saldo de Radiação Infravermelha.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1.5. O Saldo de Radiação Total.....</b>	<b>81</b>
<b>4.1.6. A Umidade Relativa do Ar.....</b>	<b>81</b>
<b>4.1.7. A Temperatura de Globo Negro.....</b>	<b>92</b>
<b>4.1.8. O Índice de Temperatura e Umidade (THI).....</b>	<b>96</b>
<b>4.1.9. A Carga Térmica Radiante (CTR).....</b>	<b>100</b>
<b>4.1.10. O Índice de Termômetro de Globo (WBGT).....</b>	<b>102</b>
<b>4.2. Desempenho dos Animais.....</b>	<b>104</b>
<b>4.2.1. PesoVivo.....</b>	<b>104</b>
<b>4.2.2. Ganho de Peso.....</b>	<b>107</b>
<b>4.2.3. Consumo de Ração.....</b>	<b>110</b>
<b>4.2.4. Conversão Alimentar.....</b>	<b>112</b>
<b>4.2.5. Rendimento de Carcaça.....</b>	<b>114</b>
<b>4.2.6. Mortalidade.....</b>	<b>122</b>
<b>4.2.7. Biometria.....</b>	<b>124</b>
<b>4.3. Variáveis Fisiológicas, Histoquímicas e Morfológicas.....</b>	<b>127</b>
<b>4.3.1. Hematócrito.....</b>	<b>127</b>
<b>4.3.2. Aspectos Histoquímicos.....</b>	<b>130</b>

	<b>Página</b>
4.3.2.1. <b>Morfologia das Fibras Musculares</b> .....	130
4.3.2.2. <b>Fibras Oxidativas e Glicolíticas</b> .....	137
4.3.2.3. <b>Diâmetro das Fibras Musculares</b> .....	141
4.3.3. <b>Dosagem Hormonal</b> .....	151
4.4. <b>Efeitos do Ambiente</b> .....	154
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	163
5.1. <b>Das Variáveis Ambientais</b> .....	163
5.2. <b>Do Desempenho dos Animais e sua Relação com o Ambiente das Estruturas</b> ...165	165
5.3. <b>Das Variáveis Fisiológicas, Histoquímicas e Morfológicas</b> .....	167
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	169
<b>APÊNDICE</b> .....	184

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro</b>	<b>Página</b>
1 Estatísticas descritivas da radiação global diária, para cada local de medição.....	58
2 Estatísticas descritivas para as temperaturas máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação.....	62
3 Valores modais da hora de ocorrência das temperaturas máximas e mínimas para cada local de observação.....	69
4 Estatísticas descritivas para as temperaturas da água máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação.....	72
5 Estatísticas descritivas para as temperaturas do piso máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação.....	75
6 Estatísticas descritivas para a umidade relativa instantânea.....	84
7 Estatísticas descritivas para umidades relativas máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação.....	86
8 Valores modais da hora da umidade relativa máxima e mínima para cada local de observação.....	91
9 Intervalos de confiança para os coeficientes linear e angular das equações de regressão entre a temperatura do ar e a de globo negro, pelo teste de t ao nível de 95% de probabilidade.....	94
10 Equações de regressão linear entre as temperaturas máxima, média e mínima do ar (X) e suas correspondentes de globo negro (Y).....	95
11 Hora modal de ocorrência dos valores máximos e mínimos da temperatura de globo negro em cada tipo de cobertura.....	95
12 Equações de regressão linear entre os valores máximos, mínimos e médios diários externos (X) e os internos (Y), conforme o tipo de cobertura.....	100
13 Resumo da análise de perfil multivariada aplicada ao peso vivo dos animais.....	106
14 Resumo da análise de perfil multivariada aplicada ao ganho de peso dos animais.....	109
15 Média e desvio padrão do consumo de ração (gramas) por animal durante os momentos de avaliação.....	111

<b>Quadro</b>	<b>Página</b>
16 Média e desvio padrão do peso vivo dos animais submetidos ao rendimento de carcaça.....	114
17 Médias e desvios padrão do peso dos ovários e oviduto (gramas) e mediana, semi-amplitude total do peso dos testículo (gramas) e resultado do teste estatístico da comparação dos grupos de estudo.....	115
18 Média e desvio padrão da carcaça, coxas, vísceras, fígado, gordura dos grupos de estudo.....	117
19 Média geral e por sexo do rendimento de carcaça (%) nos diversos grupos de estudo.....	119
20 Correlações entre peso vivo e peso de carcaça, coxas, vísceras, fígado e gordura.....	120
21 Correlações entre sexo, peso vivo, peso de carcaça, peso de coxas, peso de vísceras, peso de fígado e peso de gordura.....	120
22 Correlações entre peso de testículo ou peso de ovário e oviduto com peso corporal, peso de carcaça, peso de coxas, peso de vísceras, peso de fígado, peso de gordura e rendimento de carcaça.....	121
23 Média e desvio padrão das percentagens de óbito segundo o momento de coleta e grupo de estudo e resultados do teste estatístico.....	123
24 Equações de regressão encontradas para relacionar biometria e peso vivo.....	124
25 Média e desvio padrão da porcentagem de fibra muscular oxidativa – SO+FOG (*), de acordo com o momento de abate e grupo de estudo.....	138
26 Média e desvio padrão da porcentagem de fibra muscular glicolítica – FG (*), segundo momento de abate e grupo de estudo.....	139
27 Média e desvio padrão dos menores diâmetros (*) de fibra muscular menores que 10 µm, segundo momento de abate e grupo de estudo.....	144
28 Média e desvio padrão dos menores diâmetros (*) de fibra muscular entre 10 e < 20 µm, segundo momento de abate e grupo de estudo.....	145
29 Média e desvio padrão dos menores diâmetros (*) de fibra muscular entre 20 e < 50 µm, segundo momento de abate e grupo de estudo.....	145

<b>Quadro</b>	<b>Página</b>
30 Média e desvio padrão dos menores diâmetros (*) de fibra muscular entre 50 e < 100 $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo.....	145
31 Média e desvio padrão dos maiores diâmetros (*) de fibra muscular maiores que 100 $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo.....	146
32 Equações de regressão entre a percentagem de fibras maiores que 100 $\mu\text{m}$ , submetidas à transformação inversa, e o peso vivo do animal, para cada tratamento.....	151
33 Média e desvio padrão das dosagens de $T_3$ , segundo momento de coleta e grupo de estudo e resultados do teste estatístico.....	153
34 Correlações entre horas de temperatura acima ou abaixo de certo valor e ganho de peso em cada uma das coberturas.....	155
35 Correlações entre horas de temperatura acima ou abaixo de certo valor e consumo médio de ração em cada uma das coberturas.....	156
36 Correlações entre temperaturas máxima, mínima, média, amplitude média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e valores do peso vivo no momento da coleta e ganho de peso no período, para as três coberturas.....	159
37 Valores numéricos das correlações entre THI e peso vivo ou ganho de peso e resultado do teste estatístico para cada cobertura.....	161
38 Equações de regressão encontradas para relacionar THI acumulado máximo e peso vivo.....	162
39 Equações de regressão encontradas para relacionar THI médio e ganho de peso.....	162

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1 Detalhes da construção da baia de criação.....	26
2 Baia para criação de rãs.....	27
3 Baias do laboratório.....	28
4 Detalhes da construção das estufas.....	29
5 Conexões dos sensores ao datalogger e a multiplexadora.....	31
6 Colocação dos instrumentos nas estufas e na baia.....	32
7 Identificação dos animais por amputação de dedos e artelhos.....	41
8 Valores diários da radiação global para cada local de observação.....	57
9 Relação entre a radiação global diária externa e a interna para as estufas com coberturas plásticas: (a) verde; (b) transparente e (c) branca.....	59
10 Temperaturas: (a) máximas, (b) mínimas e (c) médias diárias do ar externo e no interior das estufas.....	61
11 Relação entre a temperatura do ar instantânea externa e a interna para as estufas com coberturas plásticas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	63
12 Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica verde.....	64
13 Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica transparente.....	65
14 Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica branca.....	66
15 Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas do ar externas máximas e mínimas.....	67
16 Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura verde.....	68

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
17 Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura transparente.....	68
18 Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura branca.....	69
19 Valores diários da temperatura da água: (a) máxima, (b) mínima e (c) média para cada local de observação.....	71
20 Relação entre a temperatura da água e a temperatura do ar, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	73
21 Valores diários da temperatura: (a) máxima, (b) mínima e (c) média do piso para cada local de observação.....	74
22 Relação entre a temperatura do piso e a temperatura do ar, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	76
23 Relação entre irradiância solar refletida e a irradiância solar global, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	77
24 Relação entre a radiação solar refletida e a radiação solar global diárias para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	79
25 Relação entre radiação global e o saldo de radiação infravermelha diárias, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	80
26 Relação entre radiação global e o saldo de radiação diário, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	82
27 Valores diários da umidade relativa: (a) máxima, (b) mínima e (c) média para cada local de observação.....	83
28 Relação entre a umidade relativa externa e a interna, em intervalos de 5 minutos para as estufas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	84
29 Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa verde.....	88
30 Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa transparente.....	89

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
31 Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa branca.....	90
32 Distribuição de frequências para os horários de umidade relativa do ar máximas e mínimas para a cobertura verde.....	90
33 Distribuição de frequências para os horários de umidade relativa máxima e mínima para a cobertura transparente.....	91
34 Distribuição de frequências para os horários de umidade relativa máxima e mínima para a cobertura branca.....	91
35 Relação entre os valores instantâneos da temperatura de globo negro e da temperatura do ar, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.....	93
36 Valores médios diários do THI, o longo do período experimental, para as três coberturas e para o meio exterior.....	97
37 Valores de amplitude diária do THI, o longo do período experimental, para as três coberturas e para o meio exterior.....	98
38 Número de horas diárias em que o THI esteve inferior a 75 em cada cobertura e no ambiente externo.....	99
39 Relação entre a CTR e a temperatura do ar para cada uma das coberturas com a respectiva equação de regressão.....	101
40 Uma amostra de valores instantâneos de CTR, para a cobertura verde.....	102
41 Relação entre o WBGT e a temperatura do ar para cada uma das coberturas com a respectiva equação de regressão.....	103
42 Uma amostra de valores instantâneos de WGTB, para a cobertura verde.....	104
43 Perfil médio do peso vivo médio (gramas) dos animais em função do momento de avaliação.....	105
44 Perfil médio do ganho de peso médio (gramas) em função do momento de avaliação.....	108
45 Consumo médio de ração ao longo do período experimental.....	111

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
46 Conversão alimentar média durante o período experimental.....	113
47 Peso mediano dos órgãos reprodutores no término do período experimental.....	116
48 Percentagem de óbitos de cada tratamento, ao longo do período experimental.....	122
49 Correlações entre a biometria e o peso vivo, para cada tratamento e para o conjunto dos dados.....	125
50 Diagrama de caixa para as temperaturas nos diversos tratamentos ao longo do período experimental: (a) mínima da água; (b) máxima da água; (c) mínima do ar e (d) máxima do ar.....	127
51 Perfis do hematócrito, temperatura cloacal, temperatura do ar e água das baias no momento das coletas de sangue ao longo do experimento, no período da manhã e da tarde: (a) laboratório – manhã; (b) laboratório – tarde; (c) estufa branca – manhã; (d) estufa branca – tarde.....	129
52 Músculo <i>adutor magnum</i> (1 <sup>a</sup> coleta – grupo condição inicial - imagos).....	131
53 Músculo <i>adutor magnum</i> (2 <sup>a</sup> coleta).....	132
54 Músculo <i>adutor magnum</i> (3 <sup>a</sup> coleta).....	133
55 Músculo <i>adutor magnum</i> (4 <sup>a</sup> coleta).....	134
56 Músculo <i>adutor magnum</i> (5 <sup>a</sup> coleta).....	135
57 Músculo <i>adutor magnum</i> (6 <sup>a</sup> coleta).....	136
58 Perfis médios das fibras brancas (FG) e das intermediárias + vermelhas (SO + FOG) ao longo do período experimental.....	137
59 Perfis dos diâmetros médios de fibra muscular.....	142
60 Distribuições dos diâmetros médios de fibra muscular.....	143
61 Relação entre a percentagem de fibras maiores que 100 $\mu\text{m}$ , submetidas à transformação inversa, e o peso vivo do animal, para cada tratamento.....	150
62 Perfis das dosagens do hormônio T <sub>3</sub> .....	152

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>63</b> Valores médios, das temperaturas máxima, mínima, média, amplitude média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e valores do peso vivo no momento da coleta, a partir da terceira, para a cobertura branca.....	158
<b>64</b> Valores médios de THI, entre as pesagens, e ganho de peso e valores acumulados de THI máximo, entre as pesagens e peso vivo dos animais, para cada uma das coberturas.....	160

## **1. INTRODUÇÃO**

A criação de rãs tem evoluído significativamente no Brasil ao longo das últimas décadas, sendo que vários sistemas de produção têm sido propostos, desde 1935 quando se deu o primeiro registro de importação da rã-touro. De acordo com Lima e Agostinho (1988) o interesse dos produtores, investidores e grandes empresas pela ranicultura é devido ao seu elevado potencial reprodutivo, à eficiência de sua conversão alimentar e ao bom retorno financeiro com a venda de sua carne e outros subprodutos para os mercados interno e externo.

As instalações para criação de rã têm evoluído desde os tanques retangulares, cercados com chapas de zinco da década de 40, até os sistemas mais modernos que datam da década de 1990.

No Brasil, as investigações que levaram à criação de rãs no sistema anfigranja começaram em 1976 na Universidade Federal de Viçosa, sendo que este sistema destaca-se pela possibilidade de uma criação intensiva, com instalações que permitem alta densidade, manejo racional e elevada produtividade. Atualmente este sistema encontra-se em franco desenvolvimento tecnológico, pois, em cada unidade implantada, os pesquisadores procuram aplicar os novos conhecimentos obtidos com as experiências anteriores (Lima e Agostinho, 1992).

No sistema anfigranja, um aspecto importante a se considerar é o referente à cobertura e aberturas do abrigo. As primeiras instalações eram cobertas com telhas de amianto ou de barro. Em virtude de a radiação solar atuar como agente aquecedor e desinfetante foram propostos sistemas com coberturas móveis. Atualmente tem-se optado, devido a custos, pela cobertura plástica.

Um sistema de criação de rãs, com cobertura plástica, aproxima-se bastante das casas de vegetação no que se refere aos componentes ambientais. Este tipo de estrutura vem sendo objeto de estudo pelos pesquisadores da Estação de Radiometria Solar do Departamento de Recursos Naturais da FCA - UNESP de Botucatu.

Segundo Figueiredo (1996) as instalações para criação de rãs ainda necessitam de resultados experimentais para se definir um padrão de construção que promova o melhor conforto térmico sendo que a tecnologia para criação destes animais, para contar com maior impulso, necessita de informações a respeito das relações da rã com o ambiente e, principalmente, das situações em que se obtém os melhores desempenhos.

Os pesquisadores do Setor de Ranicultura do Departamento de Zootecnia da UNESP de Botucatu vem desenvolvendo um sistema de baias com características semelhantes ao sistema anfigranja e que vem sendo usado com sucesso a nível de laboratório, necessitando de adaptações que permitam sua implantação a nível de campo.

Estudos envolvendo coberturas plásticas para instalações animais são relativamente recentes. Tanaka e Xin (1997) destacam que, mesmo nos países de primeiro mundo, as modernas construções com ambiente controlado requerem um alto investimento em capital. Segundo estes pesquisadores, os produtores encaram o desafio de reduzir os custos de construção, sem sacrificar a qualidade ambiental. Neste sentido, a cobertura plástica se torna uma alternativa atrativa, particularmente para produtores que enfrentam incertezas quanto a produção a longo prazo ou quanto a implantação de uma cultura.

Em 1998, Hollmann conduziu trabalhos a fim de determinar o perfil térmico de dois tipos de baias de recria sobrepostas com dois tipos de cobertura: plástica e de fibrocimento.

Observa-se atualmente no Brasil, a utilização de estufas com coberturas plásticas por parte de muitos criadores, com o objetivo de minimizar os efeitos climáticos, porém até o presente, segundo Agostinho (2001) poucos resultados satisfatórios têm sido alcançados.

Este trabalho visou propor uma instalação para criação de rãs tendo por base o sistema anfigranja, utilizando cobertura plástica de polietileno e baias construídas com material alternativo, avaliando-se a influência do tipo de cobertura no ambiente interno e o estabelecimento de indicações para as condições ideais de manejo. Visa também relacionar

os fatores ambientais (temperatura, umidade, radiação, etc.) com o desempenho, e descrever alguns aspectos histoquímicos e fisiológicos de rãs touro (*Rana catesbeiana*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Desde 1915, os Estados Unidos já preconizavam o uso da rã-touro para a cultura intensiva e extensiva e mesmo antes de o Brasil se interessar por essa atividade, outros países, como o Canadá, México, Alemanha, Itália e Japão já possuíam alguns conhecimentos relacionados com este tipo de cultura. No Brasil, a ranicultura iniciou-se em 1935 com a importação de 300 casais de rã-touro (*Rana catesbeiana*), sendo implantado, no mesmo ano, aquele que foi, por muito tempo, o maior ranário da América do Sul: o ranário Aurora, no km 45 da antiga rodovia Rio-São Paulo (Garcia Jr, 1987).

Os animais importados, adaptaram-se rapidamente às condições brasileiras sendo que, em nosso país, apresentam a vantagem de ter pelo menos duas épocas de

reprodução por ano. Além disso, trata-se de um animal precoce e de excelente qualidade de carne (Pinho e Cardoso, 1978).

As instalações dos primeiros ranários do Brasil eram compostas de tanques retangulares, cercados com chapa de zinco. Um novo modelo foi proposto em 1979 com tanques retangulares (múltiplos), apresentando uma plataforma em um dos lados que servia como local de deposição do substrato, sendo o conjunto de tanques cercado com tela de náilon. Em 1980 desenvolveu-se um tipo de tanque de confinamento com uma ilha central podendo ou não apresentar drenos no centro da ilha para escoar os resíduos. Um modelo de ranário com estufa para eclosão dos ovos das rãs foi apresentado em 1984, este dispunha de um tanque de confinamento, construído em alvenaria, coberto numa de suas extremidades com telhas onduladas translúcidas de cimento amianto, protegido na outra por tela de arame galvanizado de malha fina (Lima e Agostinho, 1988).

Em 1982 foi proposto um novo tipo de baia para recria de rãs, denominada "confinamento" que consiste em uma construção de alvenaria ou placas pré-fabricadas nas laterais, com uma cobertura parcial de telhas de fibrocimento e piso de concreto com uma piscina em uma das extremidades. O restante da área ficava disponível para o animal transitar e se alimentar (Oliveira, 1982).

As investigações que levaram à criação de rãs no sistema anfigranja começaram em 1976 na Universidade Federal de Viçosa, sendo que o mesmo destaca-se pela possibilidade de uma criação intensiva, com instalações que permitem alta densidade, manejo racional e elevada produtividade. Posteriormente, em virtude de a radiação solar atuar como agente aquecedor e desinfetante, o sistema anfigranja foi dotado de coberturas móveis que

evoluíram para o sistema de cobertura plástica. Atualmente este sistema encontra-se em franco desenvolvimento tecnológico, pois, em cada unidade implantada, os pesquisadores procuram aplicar os novos conhecimentos obtidos com as experiências anteriores (Lima e Agostinho, 1992).

A utilização de coberturas plásticas em ranicultura iniciou-se pelas estufas de eclosão. As primeiras instalações tinham a forma de barracões retangulares, com laterais protegidas por telas com textura de 1,5 mm, dotados de janelões para o controle da aeração e temperatura, sendo a cobertura de telhas plásticas translúcidas. Internamente esta estrutura abrigava, separadamente, os tanques de eclosão e de girinos. Estas instalações assemelhavam-se as estufas dos floricultores (Longo, 1986).

Mendonça (1988) propôs a utilização de estufas e túneis plásticos, semelhantes aos da plasticultura vegetal, no setor de confinamento e engorda da produção de rãs. A instalação, proposta por este pesquisador, tem a forma cilíndrica semicircular, com 2,5 metros na sua maior altura, o material utilizado na estrutura pode ser madeira ou bambu. A cobertura plástica é o polietileno de baixa densidade com 0,1 mm de espessura.

Figueiredo *et al.* (1992) desenvolveram baias climatizadas para experimentos ambientais com rã-touro em gaiolas.

As instalações para ranicultura devem ser cuidadosamente elaboradas para atenderem às necessidades dos animais nas diversas fases da vida, devendo ter forma e dimensões cuidadosamente testadas em laboratório e comprovadas no campo (Lima e Agostinho, 1992). De acordo com Figueiredo (1996) estas instalações ainda necessitam de resultados experimentais para se definir um padrão de construção que promova o melhor

conforto térmico sendo que, a tecnologia para criação destes animais, para contar com maior impulso, necessita de informações a respeito das relações da rã com o ambiente e, principalmente, das situações em que se obtém os melhores desempenhos.

A radiação solar é usada por anfíbios e répteis no controle da temperatura corporal. Para aumentar a quantidade de energia radiante absorvida, esses animais dependem de sua coloração e posição em relação ao sol. Como cerca de metade da energia da radiação solar encontra-se na faixa de comprimento de onda da luz visível, a pele escura aumenta substancialmente a quantidade de energia solar que é absorvida em relação à quantidade que é refletida. Acredita-se que a absorção no infravermelho próximo não é muito afetada pela mudança de cor, pois a superfície do animal já está próxima de ser "preta" neste intervalo do espectro (Schmidt-Nielsen, 1996).

Outro modo de elevar o ganho de calor, a partir da radiação solar, é aumentando a área de exposição. Isso é obtido, orientando o corpo em ângulos retos em relação aos raios solares, esticando as patas e achatando o corpo. A temperatura do substrato é também importante, pois o animal pode colocar-se em íntimo contato com uma superfície quente, aquecida pelo sol e, desse modo, aumentar o ganho de calor (Schmidt-Nielsen, 1996).

Uma das grandes vantagens do processo de termorregulação por aquecimento do corpo ao sol, utilizado pelos anfíbios, é que este comportamento promove uma aceleração dos processos digestivos (Brattstrom, 1979).

O controle de respiração das rãs é adaptado para suportar as variações de temperatura do corpo, tanto ao longo do dia como também sazonalmente (D'istria *et al.* 1994).

Vários hormônios e outras substâncias presentes no metabolismo dos anfíbios apresentam variações com a temperatura e o fotoperíodo. Nestes animais as flutuações no potencial reprodutivo, são fortemente ligadas as informações fotoperiódicas fornecidas pelas trocas circadianas nos níveis de melatonina da circulação sanguínea (Reiter, 1991).

O aparato de síntese de melatonina em *Rana esculenta* foi estudado por D'istria *et al.* (1994) os quais observaram variações diárias e sazonais de acordo com o comprimento do fotoperíodo. No verão, logo após o período de desova, a síntese de melatonina é mínima atingindo níveis máximos de outubro a fevereiro (hemisfério norte). Estes autores concluíram que a retina exerce um papel fundamental como transdutor da informação ambiental nesta espécie de rãs.

A importância da adaptação das rãs a luz é discutida por McCarthy *et al.* (1996). Estes autores apontam a concentração de cálcio livre na membrana como um segundo mecanismo mensageiro de adaptação à luz e indicam que esta adaptação pode afetar quase todos os processos metabólicos destes animais.

Iela *et al.* (1980) estudaram o efeito das variáveis ambientais, temperatura e luz nos níveis de andrógenos circulante em machos de *Rana esculenta*, tratados em diferentes fases do ciclo testicular e concluíram que existe um ritmo de produção controlado por combinações destas variáveis ambientais.

Segundo Herman *et al.* (1996) existe um grande número de informações contraditórias na literatura sobre o relacionamento de adrenoreceptores com a adaptação das rãs à temperatura. Estes pesquisadores fizeram uma caracterização dos tipos e

subtipos de adrenoreceptores em rãs-touro americanas e relacionaram seus níveis com a adaptação à temperatura.

Mosconi *et al.* (1994) estudaram as variações sazonais nas concentrações plasmáticas de prolactina (PRL) e hormônio de crescimento (GH), os quais participam de uma grande quantidade de funções fisiológicas, em *Rana esculenta* no habitat natural. Os níveis destas substâncias revelaram alta sazonalidade levando a crer que a criação em ambientes artificiais, deve afetar o ciclo natural destes hormônios.

Embora já seja bem conhecido que tiroxina contribui para determinar a taxa de consumo de oxigênio em aves e mamíferos, seus efeitos metabólicos em vertebrados inferiores como répteis e anfíbios ainda são pouco elucidados, o que pode, em parte, ser explicado pela existência de uma dependência de temperatura para o metabolismo desses animais ectotérmicos. Analisando o efeito da tiroxina sobre as relações entre temperatura, consumo de oxigênio e estocagem de glicogênio no fígado de *Rana tigrina*, Chiu e Tong (1979) concluíram que a atividade metabólica desses animais e o efeito da tiroxina sobre seu metabolismo são dependentes da temperatura ambiente. Kühn *et al.* (1983) constataram a persistência de um ritmo circadiano dos hormônios da tireóide de *Rana ridibunda*, onde os níveis de T<sub>3</sub> no plasma permanecem constantes enquanto os níveis de T<sub>4</sub> parecem variar em função da temperatura ambiente e do fotoperíodo. Jacobs e Kühn (1990) verificaram que a temperatura afeta a conversão de tiroxina (T<sub>4</sub>) em triiodotironina (T<sub>3</sub>) uma vez que o calor influi sobre a atividade da enzima 5'-Monodesiodase (destruída em altas temperaturas), enzima esta secretada nos rins de *Rana ridibunda* e responsável por esta conversão.

Até a década de 60, todos os efeitos da secreção tireoideana eram atribuídos à tiroxina (3, 5, 3', 5'- tetraiodotironina - T<sub>4</sub>), uma vez que ela representa 80% da produção diária desta glândula (Nunes, 1993). No entanto, a descoberta de que: 1) a maior parte do T<sub>4</sub> é convertido a T<sub>3</sub> (3, 5, 3' - triiodotironina) pela 5'- monodesiodase (5'- MD), enzima presente em vários epitélios secretores (Jacobs e Kühn, 1990); 2) a afinidade dos receptores nucleares de hormônios tireoideanos para o T<sub>3</sub> é muitas vezes maior do que para o T<sub>4</sub>; e 3) os efeitos biológicos atribuídos aos hormônios da tireóide são mediados essencialmente pelo T<sub>3</sub>, derrubou o conceito clássico de que o T<sub>4</sub> era o principal hormônio tireoideano, passando, então, o T<sub>3</sub> a ser considerado como tal (Nunes, 1993).

Estas descobertas contribuíram para que os epitélios secretores que secretam a 5'- MD passassem a ser reconhecidos como a principal fonte de hormônio tireoideano ativo, cabendo à tireóide o papel de provê-los com quantidades adequadas de T<sub>4</sub>, desde então considerado como pró-hormônio.

A tireóide secreta as duas iodotironinas com atividade biológica (T<sub>4</sub> e T<sub>3</sub>) numa proporção de 4:1, respectivamente. A primeira prova de que T<sub>4</sub> era convertido em T<sub>3</sub> foi obtida em pacientes tireoidectomizados tratados com T<sub>4</sub>, que apresentavam níveis detectáveis de T<sub>3</sub> na circulação, situação esta repetida em animais de experimentação, dando-se início a uma série de estudos.

Kühn *et al.* (1983) observaram em *Rana ridibunda* uma menor concentração de T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> na glândula tireóide quando as rãs hibernavam. Nestes mesmos animais em hibernação os níveis de T<sub>3</sub> no plasma permaneciam inalterados enquanto os de T<sub>4</sub> estavam mais elevados do que nas rãs que se alimentavam, em meses mais quentes. Os

mesmos autores não encontraram fatores extrínsecos, como temperatura, luminosidade, fotoperíodo, etc, que pudessem justificar os níveis de  $T_3$  e  $T_4$  circulante, concluindo que um ritmo circadiano anual está presente em rãs tomadas em diferentes épocas do ano, controlando a atividade de secreção da glândula tireóide e refletindo o estado metabólico dos animais. Este ritmo circadiano é controlado, por exemplo, pela disponibilidade de alimentos.

Sabe-se atualmente, que o calor destrói a atividade da 5'- MD (Jacobs e Kühn, 1990), sendo a produção de  $T_3$  claramente afetada pela temperatura. Os autores verificaram que a  $30,5^{\circ}\text{C}$  era produzido mais  $T_3$  do que a  $36,5^{\circ}\text{C}$ . Considerando-se a possibilidade de desativação da enzima 5'- MD, pode-se explicar o fato das rãs deixarem de crescer e até perderem peso em temperaturas mais elevadas.

No que se refere ao estudo dos mecanismos fisiológicos de adaptação da rã à temperatura, a literatura mostra um grande número de trabalhos relacionados a hibernação e/ ou condições extremas inferiores. Mommsen e Storey (1992); Brochocka *et al.* (1992) e Brown (1990) apresentam revisões e resultados nesta área.

Todavia, o uso destes animais em produção intensiva ou extensiva se dá, obrigatoriamente fora destas condições extremas. Neste caso, são poucos os trabalhos referentes aos mecanismos fisiológicos de adaptação. Os estudos têm sido conduzidos de forma a se medir o efeito final das condições ambientes sobre a produção pouco se encontrando sobre os mecanismos fisiológicos envolvidos.

A rã-touro diminui o consumo de alimentos em baixas temperaturas, podendo parar de se alimentar quando o frio persistir por períodos longos. Assim, a diferença

no tempo de engorda da rã-touro nas diversas regiões climáticas é atribuída à temperatura média de cada região (Lima e Agostinho,1992).

Os principais fatores que controlam as exigências energéticas dos anfíbios adultos são: atividade física, temperatura, e trabalho de síntese bioquímica. Os três fatores não são variáveis independentes. A atividade física depende da temperatura e a síntese bioquímica depende de ambas (Miller e Zoghby, 1986).

Segundo Warkentin (1992), em populações naturais de anfíbios a temperatura ambiental está diretamente correlacionada com as taxas de crescimento e com as taxas de alimentação.

A ingestão de alimentos pelas rãs é controlada por diversos fatores que se inter-relacionam. A cavidade oral é protegida por um epitélio, produzido por múltiplas glândulas. Áreas não-secretoras do palato, do céu da boca e das paredes da faringe são cobertas por um epitélio ciliado que transporta o fluído epimucoso e consigo detritos (alimento) para as partes posteriores. a velocidade deste transporte é, em parte, controlada pela temperatura, afetando a ingestão de alimentos (Herter, 1941, citado por Reeder , 1964).

Por outro lado, as contrações da fome, movimentos do estômago que levam o animal a ingerir alimentos, acontecem com uma regularidade, dia após dia, a uma taxa que, além de variar de acordo com a quantidade de alimento que estiver armazenado no estômago, ou com a duração do jejum, também varia de acordo com a temperatura. São movimentos automáticos que acontecem em função do enchimento do estômago a uma taxa que é dependente da temperatura, estando, portanto, sujeita a modificações em função de variações térmicas. A intensidade das contrações do estômago de *Rana catesbeiana* é maior de

15 a 32°C e diminui fora deste intervalo. Admite-se que as glândulas da mucosa gástrica em *Rana* se tornam não-secretoras abaixo de 5 a 10°C (Patterson, 1916 e Herter, 1941, citados por Reeder, 1964).

De acordo com Brattstrom (1979) está claro que a aclimação (adaptações sofridas pelos animais submetidos a alterações climáticas no ambiente) e o fotoperíodo podem afetar alguns anfíbios. Contudo, o tempo em que os animais são expostos a um determinado gradiente, o número de animais usados de cada vez, as influências da aclimação, a forma e comportamento térmico das instalações e os níveis de ressecamento devem também afetar as respostas dos animais, merecendo cuidados na construção das instalações e na elaboração do modelo experimental para uma correta interpretação dos dados sobre os estudos com gradientes térmicos.

Fontanello *et al.* (1992) analisando o desempenho de lotes de rãs na fase de recria, criadas em diversos sistemas, concluíram que as temperaturas mais elevadas (médias das máximas acima de 40°C), observadas nos ranários que empregavam o modelo tanque-ilha, foram responsáveis pelo melhor desempenho desses animais.

Entre as informações disponíveis sobre a temperatura de conforto térmico da rã touro encontra-se a recomendação de 40°C (Fontanello *et al.*, 1992, 1993). Todavia, Figueiredo *et al.* (1996) obteve um ganho de peso máximo em um ambiente a temperatura de 27,9°C, para rãs criadas em gaiolas. A grande diferença entre os resultados obtidos por estes autores indica a influência do tipo de instalação e aponta para a necessidade de maiores pesquisas.

De acordo com Salthe e Mecham (1974), em regiões tropicais e subtropicais, a temperatura raramente é um fator limitante e a reprodução da maioria das espécies de anúrios se dá em função da ocorrência de chuvas. Segundo estes mesmos autores, padrões cíclicos estão correlacionados entre si e ajustados às mudanças sazonais, sendo a temperatura o mais importante, mas podendo incluir ainda a alimentação, luz, chuva, etc.

Monitorando o desenvolvimento reprodutivo de rã-touro no sistema anfigranja, Costa (1992) verificou um aumento significativo na frequência de exemplares em maturação avançada no período de novembro a janeiro, coincidindo com a época de fotoperíodo e temperaturas crescentes.

O papel da luz não está bem definido havendo suposições de que o mesmo esteja relacionado ao processo de maturação gonadal (Figueiredo *et al.*, 1996). Todavia, Fontanello *et al.* (1984) verificaram, em ranário comercial, que a temperatura ambiente e o fotoperíodo são os fatores abióticos que mais influenciam na reprodução de rã-touro, sendo a temperatura ótima para reprodução em torno de 20<sup>0</sup>C.

Figueiredo *et al.* (1996) estudaram as faixas de valores de temperatura e do fotoperíodo que tornam mais precoce a maturação sexual em rã-touro. Concluíram que a temperatura e o fotoperíodo afetam o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos das fêmeas e obtiveram os melhores desenvolvimentos gonadais nas temperaturas entre 26 e 29<sup>0</sup>C. com fotoperíodos de 12,6 e 10,88 horas de luz, respectivamente.

Para pleno aproveitamento de anfigranjas implantadas em localidades onde o clima tem prejudicado a atividade (região com restrição climática), Lima e Agostinho (1992) recomendam o fechamento das baias com janelas e o isolamento térmico do piso.

Entretanto, de acordo com Figueiredo (1996), falta ainda definir os níveis ótimos para aclimação ao ambiente, mesmo neste sistema, considerado o mais produtivo.

O ambiente animal é o total dos efeitos de todas as condições externas que nele influem, tais como temperatura, umidade, ventilação, radiação, iluminação, ruído, poeira e partículas em suspensão, e densidade animal, entre outros (Hollmann, 1998).

Segundo McDowell (1964), a temperatura do ar é um dos fatores bioclimáticos mais importantes que influencia o ambiente térmico do animal. Porém, apenas a temperatura do ar não é suficiente para qualificar as condições térmicas ambientais e, para isso, deve-se acrescentar também outras variáveis, como a umidade relativa, a velocidade do ar e a radiação (Perdomo e Nicolaiswsky, 1988).

Na busca do conhecimento da interrelação do animal com seu meio físico, equipamentos e índices climáticos têm sido desenvolvidos. Um equipamento bastante utilizado no meio bioclimático é o termômetro de globo negro, ele fornece numa só medida em graus Celsius, uma indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento, dando uma medida do nível de conforto para o animal num determinado ambiente (Bond e Kelly, 1955). O termômetro de globo provê uma medida indireta do calor radiante do ambiente, absorvendo o máximo possível de radiação infravermelha (Cox, 1979).

Vários índices do ambiente térmico têm sido estabelecidos e usados para predizer o conforto ou o desconforto animal, em relação às condições ambientais.

Um dos índices de conforto mais utilizado para avaliação de animais é o Índice de temperatura e umidade (THI). Este desenvolvido pelo U. S. National Weather Service (National Academy of Sciences, 1971), é dado por:

$$\text{THI} = t_s - 0,55 \times (1 - \text{UR}) \times (t_s - 58)$$

Onde:

$t_s$  = temperatura do termômetro de bulbo seco (°F)

UR = umidade relativa do ar (expressa como fração decimal)

De acordo com Rosemberg (1983), valores de THI superiores a 75 sugerem prejuízos produtivos nos animais superiores, devido ao estresse térmico.

Outro indicador de conforto térmico ambiente é a carga térmica radiante (CTR), que, em regime permanente, expressa a radiação total recebida pelo globo negro de todos os espaços ou partes da vizinhança, podendo ser determinada, segundo Esmay (1969), pela equação de Stefan-Boltzmann:

$$\text{CTR} = \sigma(\text{TRM})^4$$

Em que:

CTR = carga térmica radiante ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann,  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

TRM = temperatura radiante média (K)

Onde:

$$\text{TRM} = 100 \sqrt[4]{2,51 \cdot \sqrt{v} \cdot (T_{gn} - t_{bs}) + (T_{gn} / 100)^4}$$

Em que:

$v$  = velocidade do ar ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$T_{gn}$  = temperatura de globo negro (K)

$t_{bs}$  = temperatura de bulbo seco (K)

Experimentos demonstraram que a CTR, no interior de abrigos, é influenciada pelos seguintes fatores: orientação do abrigo, altura do pé-direito, localização do animal sob a construção, existência de paredes, material de construção e de cobertura, dentre outros (Bond *et al.*, 1961).

Durante o dia, a cobertura reduz a carga térmica da radiação proveniente do sol e do céu, substituindo uma área de solo aquecida por uma área de solo sombreado. O material de cobertura passa a ser um elemento importante no processo de troca de calor (Rosa, 1984). Durante a noite, a cobertura reduz a taxa de dissipação de calor do meio interno para o externo e diminui consideravelmente a troca de calor por radiação entre o animal e o céu distante.

O índice de termômetro de globo (WBGT), desenvolvido por Minard *et al.* (1957), baseado nas medidas de temperatura de globo, da temperatura de orvalho, e da temperatura ambiente. É dado pela seguinte equação:

$$WBGT = 0,7T_w + 0,2T_g + 0,1 T_a$$

Onde:

$T_w$  = temperatura de bulbo úmido (°C)

$T_g$  = temperatura de globo (°C)

$T_a$  = temperatura ambiente (°C)

O fundamento da utilização desse índice está na consideração que o estresse devido ao calor por irradiação solar é uma parcela significativa da troca térmica seca.

Para esses casos a influência do vento não é questionada e, aparentemente, não influenciaria o índice.

Segundo Brody *et al.* (1949), o homem, para compensar as perdas crescentes de água pela sudorese em temperaturas elevadas, aumenta o consumo deste líquido, mas apesar disso, tem a quantidade de urina excretada diminuída. Os bovinos, sob altas temperaturas, também consomem maior quantidade de água, mas a quantidade de urina excretada é consideravelmente aumentada. Esses autores foram levados a supor que os bovinos aumentariam o consumo de água não para atender à desidratação, como no homem, mas para baixar a temperatura corporal.

De acordo com Brasil (1997), no homem, a hemoconcentração tende a aumentar (pela redução de água) sob temperaturas ambientes elevadas, ao passo que, nos ovinos e caprinos, essa concentração, então, deveria tender a baixar. Esta última hipótese foi confirmada no trabalho desta autora.

No que se refere aos anfíbios, o controle da perda de água é feito pela pele. Porém, segundo Wygoda (1988) este controle, observado em *Hyla cinerea*, tem conseqüências sobre a termorregulação.

A termorregulação dos anfíbios é complicada pela necessidade de manter a pele úmida ou pelo fato dos animais, na fase larval, viverem em ambiente aquático Figueiredo (1996).

A água tem a propriedade de resfriar rapidamente o animal, por evaporação, ou de aquecê-lo, ou resfriá-lo, por contato (Curtis, 1983).

Considerando que as rãs têm a necessidade de manter os seus órgãos hidratados, além de manter o nível de fluidos internos, pode haver o comprometimento da termorregulação pela hidrorregulação, embora, em algumas vezes a primeira tenha um papel predominante (Brattstrom, 1979).

Nas últimas décadas, a maioria das pesquisas no campo da zootecnia tem revelado crescente interesse nos mecanismos de conversão alimentar, tendo, conseqüentemente, havido acentuado incremento na produção de proteína de origem animal. Nesta linha de investigação, o tecido muscular de animais de interesse zootécnico ocupa lugar de destaque, o que tem levado a esforços continuados no manejo destes animais, nos campos de nutrição, da sanidade e no próprio melhoramento genético (Ferrari, 1995).

Os músculos esqueléticos são constituídos por diferentes tipos de fibras que apresentam características morfológicas e funcionais distintas (Ogata, 1958). Vários estudos demonstraram a presença de três tipos básicos, com diferentes nomenclaturas: vermelhas, intermediárias e brancas (Ogata, 1958); “fast twitch white”, “slow twitch intermediate” e “fast twitch red” (Barnard *et al.*, 1971); “fast twitch glycolytic” (FG), “fast twitch oxydative glycolytic” (FOG), “slow twitch oxydative”(SO) (Dubowitz, 1985; Peter *et al.*, 1972). Ainda, segundo Dubowitz e Pearse (1960), as fibras musculares podem ser classificadas em tipo I, IIa e IIb, ou 1, 2A e 2B.

A contínua seleção de animais destinados à reprodução e que têm elevado grau de musculação, teve seu enfoque voltado para o ganho de peso, o qual depende da eficiência na conversão de proteínas de origem vegetal em proteínas de origem animal. Esta conversão mostrou-se viável entre os indivíduos, raças, linhagens e número de fibras

multinucleadas de cada músculo, as quais, com raras exceções não se multiplicam na vida pós-natal (Goldspink, 1962). Tal observação constitui-se numa significativa barreira biológica no aumento da produção de carne.

Segundo Sperry (1981) anuros assim como os peixes possuem crescimento indeterminado, mas pouco se conhece sobre o incremento no número e tamanho de células versus o aumento do número relativo de células para aumento da massa muscular durante o crescimento. Schultz (1934) citado por Sperry (1981) relata uma correlação entre o número de fibras musculares no músculo *sartorium* de *R. esculenta* e o tamanho corporal.

Com o objetivo de melhorar o ganho de peso a partir da domesticação dos animais de interesse zootécnico, lançou-se mão de técnicas e manejo especiais, com a domesticação de animais produtores de carne, da proteção contra inimigos naturais, a remoção da procura de alimento e do próprio confinamento, o que trouxe conseqüentemente uma restrição na atividade muscular. Estes fatos têm contribuído significativamente para o predomínio da expressão gênica, promovendo inclusive a transformação de fibras musculares vermelhas em fibras brancas, havendo, portanto, alterações qualitativas na carne (Ferrari, 1995).

As fibras vermelhas são utilizadas nas atividades de sustentação prolongada, sendo resistentes à fadiga, tendo na glicólise aeróbica e na lipólise suas fontes principais de obtenção de energia. As fibras brancas são utilizadas nos movimentos de aceleração e em movimentos bruscos, obtendo energia a partir da glicólise anaeróbica (Dal Pai-Silva, 2000).

De acordo com a literatura, a frequência dos tipos de fibras constituem os principais fatores determinantes da qualidade de carne para consumo (Ashmore *et al.*, 1972). Nesta linha de investigação, fatores que promovem a transformação de fibras vermelhas em fibras brancas são vantajosos na produção de carne branca, a qual é pobre em lipídeos, porém com elevado teor protéico (Ashmore, 1974).

O conhecimento da proporção dos tipos de fibras musculares em animais de interesse econômico constitui fator primordial na determinação da qualidade da carne e na indução de maior ou menor susceptibilidade ao estresse do animal. A resposta a este estado sobre o tecido muscular é diretamente proporcional à porcentagem de fibras FG, presentes em maior proporção nos animais de interesse econômico (Ashmore e Robinson, 1969; Dilday *et al.*, 1970). No entanto, a presença de apreciável porcentagem de fibras intermediárias é desejável, uma vez que, além do seu metabolismo aeróbico, tem elevado metabolismo glicolítico, não muito inferior ao das fibras brancas (Ashmore *et al.*, 1972). Estes autores demonstraram que a taxa de glicogênio é mais acentuada nas fibras intermediárias, além de sua menor área e maior grau de vascularização.

A atividade das fibras vermelhas, com elevado metabolismo oxidativo, e conseqüentemente, elevado grau de trocas metabólicas requerem alto grau de vascularização. Este fato está intimamente associado ao elevado número de capilares que aparecem nestas fibras, juntamente com a elevada concentração de mioglobina (Bone *et al.*, 1978). Nos peixes, o aporte sanguíneo no tecido muscular vermelho é muito maior do que no músculo branco (Love, 1980). As fibras vermelhas possuem também elevada concentração de lipídeos

(George, 1962) e de enzimas respiratórias (Bostrom e Johansson, 1972), utilizadas na produção de energia durante a atividade tônica prolongada dos movimentos natatórios.

O tipo e a frequência de fibras musculares variam entre músculos iguais de diferentes espécies, e mesmo entre fibras musculares de um mesmo músculo. Esta variação é influenciada por fatores tais como: grau de crescimento, idade, alimentação, raça, atividade física, sexo, genéticos, hormonais e neurais (Brooke e Kaiser, 1970).

No estudo do tecido muscular estriado, além da avaliação da distribuição e das características metabólicas e contráteis dos tipos de fibras, é importante o conhecimento da área das mesmas, uma vez que, este parâmetro influi decisivamente no peso final da massa muscular, no período do abate (Ashmore *et al.*, 1972). Assim, o cálculo da área ou do diâmetro das fibras musculares, pode auxiliar na investigação do grau de crescimento do tecido muscular nas rãs, apesar da grande variabilidade que existe entre as espécies.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

De forma a se atingir os objetivos propostos a pesquisa foi conduzida em duas frentes: 1. Construção das instalações e avaliação das variáveis ambientais e 2. Avaliação do desempenho, e dos aspectos morfológicos e histoquímicos da musculatura estriada dos animais. Após estas etapas buscou-se correlacionar variáveis ambientais com o desempenho animal.

### 3.1. Instalações

As estufas para criação de rãs foram montadas na área experimental do Setor de Ranicultura da FMVZ-UNESP de Botucatu, sendo construídos três galpões com cobertura de polietileno.

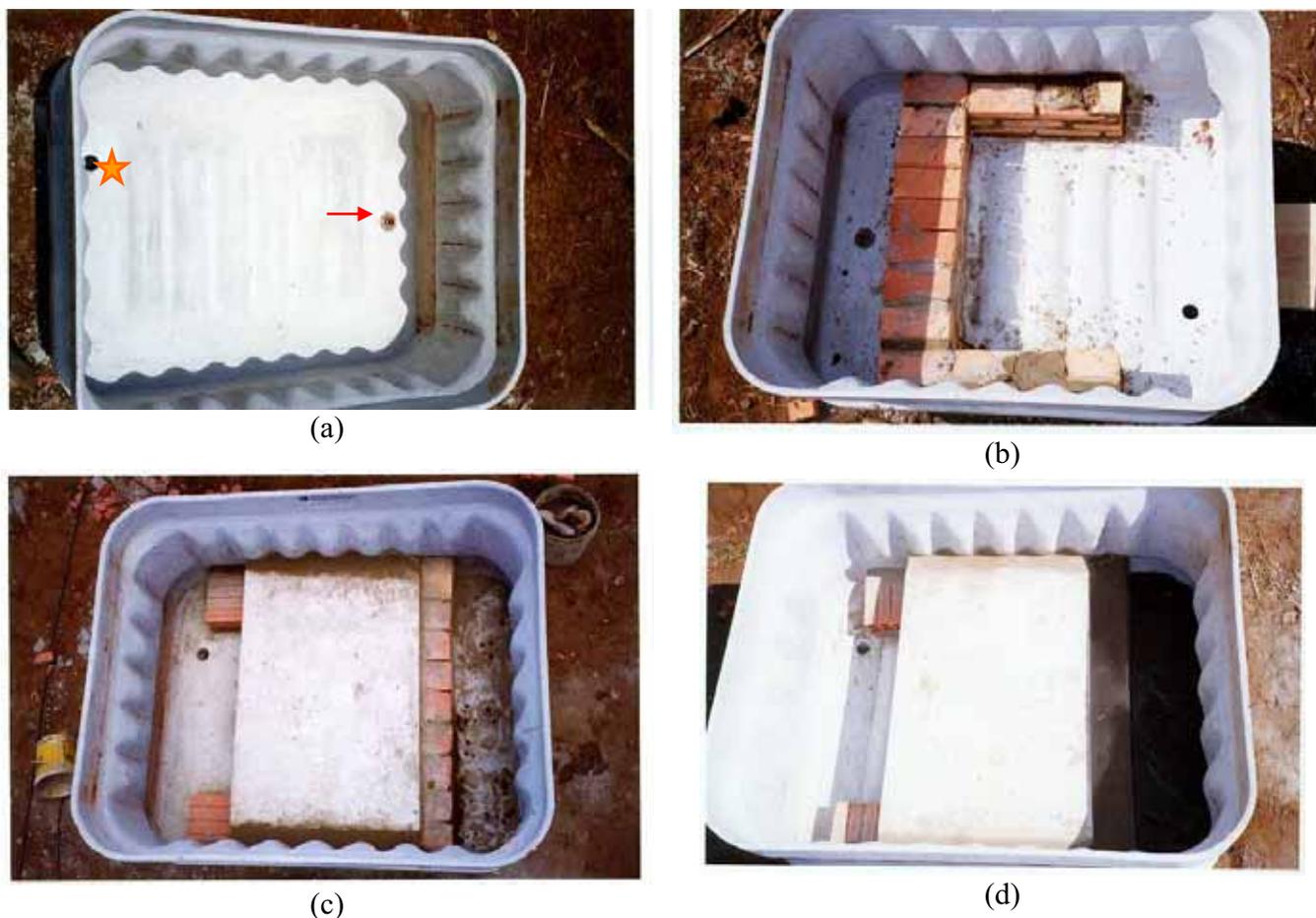
Dentro de cada galpão com pilares de madeira e estrutura do telhado com tubos metálicos em arco (6m X 3m x 4.5m) foram colocadas três baias para criação, construídas com material alternativo (caixas de fibrocimento de 750 l). Cada galpão recebeu um tipo de cobertura plástica de PVC de 0,1 mm de espessura de cor diferente (branca, transparente e verde).

Antes de se erigir as estufas, as baias foram construídas no próprio local, sobre muretas de alvenaria com 30 cm de altura, permitindo, assim a abertura de valas no solo para passagem das tubulações de abastecimento de água e de drenagem dos resíduos.

As Figuras 1a, 1b, 1c e 1d mostram, em ordem cronológica, etapas de construção das baias, a partir das caixas de fibrocimento.

Inicialmente, (Figura 1a) perfurou-se cada uma das caixas com serra copo apropriada (51 mm de diâmetro). Um dos furos foi centralizado e, no mesmo, foi afixada uma flange para posterior ajuste do cano de drenagem.

Na etapa seguinte (Figura 1b), construiu-se as paredes de sustentação da laje e de formação da “praia” e do reservatório de água. A seguir colocou-se a laje do piso (feita em concreto pré-moldado com 2 cm de espessura) e impermeabilizou-se o reservatório e a área da “praia” com impermeabilizante comercial SIKA (Figura 1b).



**Figura 1.** Detalhes da construção da baia de criação.

- (a) caixa de fibrocimento de 750 l perfurada para passagem de fios (★) e com a flange (→) para a saída de água;
- (b) parede de alvenaria para sustentação da laje e formação da piscina;
- (c) colação da laje do piso;
- (d) “praia” e reservatório de água (lado direito da caixa) prontos, o espaço vazio à esquerda destina-se a colocação do comedouro.

As Figuras 2a e 2b mostram uma baia já pronta. No lado direito da baia (Figura 2a), fica o reservatório de água para os animais imergirem. A laje fica um pouco deslocada de forma a criar uma região intermediária (“praia”). A drenagem da água é feita por sifonagem. Para isto, um tubo de diâmetro maior, e com um furo na parte inferior envolve o tubo de drenagem. No lado esquerdo da baia fica o espaço para colocação do comedouro, cons-

truído à parte. Neste espaço é possível ver o orifício de 51 mm, feito na caixa, destinado a permitir a circulação de ar (Figura 1b).



**Figura 2.** Baia para criação de rãs.

- (a) reservatório e “praia” mostrando o dreno em azul e parte da tampa;
- (b) comedouro.

Cada caixa recebeu uma tampa feita de quadros de madeira telados com sombrite (barrando 30% da luz solar). Nesta tampa também foi colocado o soquete para a lâmpada incandescente (15 watts, 220 volts) usada, quando necessário, na complementação do fotoperíodo das estufas para 12 horas.

Nas caixas do laboratório, que tiveram controle do nível mínimo de temperatura, foi colocado, sob a laje, um conjunto de resistências elétricas que possibilitam o aquecimento da baia; na lateral das baias existiam furos para aumentar a ventilação e ocasionalmente observar os animais. Além disto, estas baias receberam uma tampa especial de madeira, que teve como propósito o isolamento térmico e evitar a entrada de luz exterior. As Figuras 3a e 3b mostram fotos destas baias.



**Figura 3.** Baias do laboratório.

- (a) vistas do reservatório de água e do comedouro;
- (b) detalhes da tampa e da lâmpada.

Depois de terminadas as baias, procedeu-se a construção do sistema de abastecimento de água e drenagem dos resíduos. Também foi realizado o aterro e o nivelamento do piso.

As Figuras 4a até 4d mostram, em ordem cronológica, etapas da construção dos galpões.

Primeiramente, demarcou-se a posição dos pilares de cada galpão e escavaram-se os buracos para assentamento dos mesmos, que possuem uma altura de 2 m acima do nível do solo. Cada pilar foi assentado em buraco de aproximadamente 40 cm de profundidade e fixado com concreto (Figura 4a).

Após a colocação dos pilares, colocou-se os arcos metálicos de sustentação da cobertura plástica e as peças de madeira para fixação da mesma. De cada plástico recortou-se, então, a porção referente à cobertura que foi colocada sobre os arcos (com auxílio de cordas, que amarradas nas extremidades do plástico, permitiram que o mesmo pudesse ser

deslocado sobre os arcos e o mantiveram fixo até que se procedesse à fixação do mesmo com pregos à peça de madeira (Figura 4b)).



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 4.** Detalhes da construção das estufas.

- (a) pilares de sustentação colocados. Pode-se ver as baias posicionadas;
- (b) arcos de sustentação e peças de fixação da cobertura devidamente colocados. Uma cobertura já pronta pode ser vista ao fundo;
- (c) fechamento das paredes da estufa;
- (d) estufas prontas com as cortinas abaixadas.

Na seqüência, foram recortados e afixados os plásticos das laterais da estufa. Toda parte posterior da estufa foi coberta com plástico, não havendo aberturas neste local. Toda parte anterior também foi totalmente coberta sendo a porta do galpão colocada

neste local. As laterais foram fechadas com painéis plásticos até 1 m de altura, a partir do solo (Figura 4c).

A última etapa da construção constituiu-se pela colocação das cortinas laterais. Estas cortinas (Figura 4d) permitem todo fechamento das laterais da estufa e, quando levantadas, deixam aberta parte destas laterais. Contudo, as mesmas permaneceram fechadas ao longo do experimento, não sendo seu manejo estudado neste trabalho.

### **3.2. Medição das Variáveis Ambientais**

No interior de cada estufa com cobertura de polietileno, mediu-se, no período de março a setembro de 1999, de forma contínua ao longo do dia em intervalos de cinco minutos (com uso do datalogger Campbell 21X), a temperatura de globo negro, radiação global e o saldo de radiação de ondas curtas e longas, e o saldo de infravermelho. Estas mesmas variáveis, com exceção do saldo de radiação de ondas curtas e longas também foram medidas na área externa ao galpão, onde também se mediu a umidade relativa do ar.

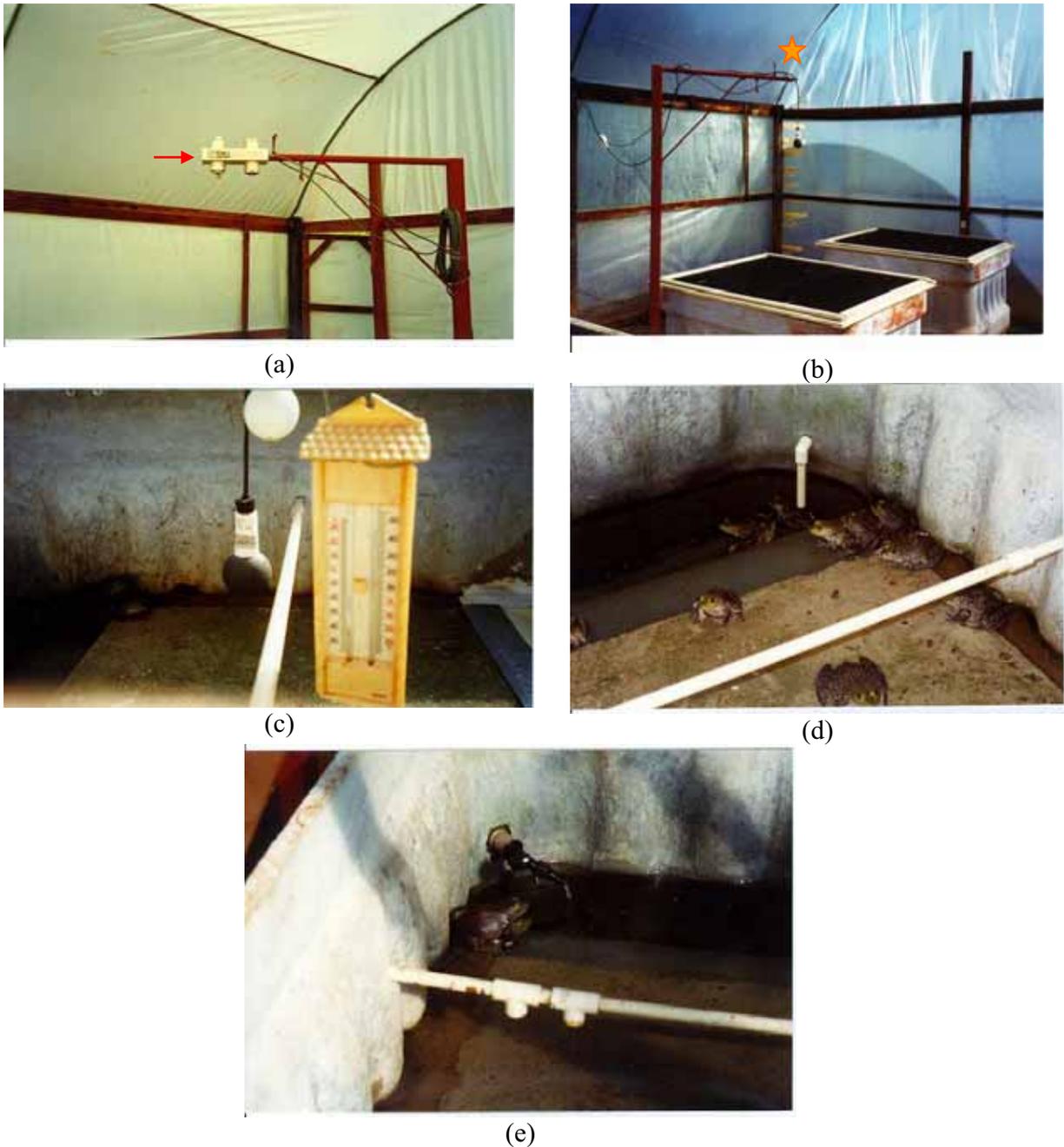
Foram utilizados todos os oito canais do datalogger, sendo dois deles ligados a uma placa multiplexadora (AM416 - Campbell Instruments) que permitiu a leitura de 16 instrumentos em cada canal.

A Figura 5 mostra as conexões dos cabos dos sensores ao datalogger e à multiplexadora.



**Figura 5.** Conexões dos sensores ao datalogger e a multiplexadora.

As Figuras 6a até 6e mostram a colocação dos sensores nas baias e na estufa.



**Figura 6.** Colocação dos instrumentos nas estufas e na baía.

- (a) (→) saldo radiômetro;
- (b) (★) piranômetro e termômetro de globo negro;
- (c) termômetro de globo negro e termômetro de máxima e mínima;
- (d) termômetro para medir a temperatura da água
- (e) termômetro de bulbo seco (direita) e bulbo úmido (esquerda) um cadaço umedecido está colocado no trecho de cano à esquerda e reveste o termopar.

Observa-se que existe um sensor de temperatura (termistor) afixado a multiplexadora, este sensor foi necessário porque a temperatura da placa multiplexadora foi tomada como referência para todos os termopares.

No interior das baias (caixas de fibrocimento) mediu-se, através de termopares, a temperatura do piso, do ar ambiente, a temperatura de bulbo úmido e a temperatura da água do reservatório, em intervalos de cinco minutos.

No caso da temperatura do ar e da água usou-se termopar de cobre/constantan (Tipo J) enquanto que, para a do piso, o par termoelétrico foi o ferro/constantan (Tipo T). A utilização de pares termoelétricos diferentes se deu em virtude da não disponibilidade de cabos de um único tipo.

A umidade relativa do ar de cada baia foi, portanto, calculada a partir da depressão psicrométrica.

No caso da temperatura do piso, de forma a se evitar que houvessem discrepâncias devido à superfície estar seca ou molhada, colocou-se o sensor na parede da piscina que está, sempre molhada ou úmida, porém, sem que o mesmo ficasse submerso em água.

Devido à não existência de canais suficientes no datalogger, a temperatura da água e do piso somente foi medida em duas das três baias de cada caixa. Neste caso, optou-se por executar a medida nas duas últimas baias, a partir da porta de cada estufa.

Os sensores de radiação foram colocados em um suporte apropriado, aproximadamente no centro da estufa e a 2 metros do solo (Figura 6 a e b)

Um saldo radiômetro Kipp & Zonen modelo NR Lite (constante =  $10,06 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ) foi usado para medir a irradiância global, a refletida e o saldo de infravermelho em uma estufa, enquanto dois piranômetros LICOR (constantes =  $78 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$  e  $77 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ) mediam a irradiância global nas outras duas. Devido ao número limitado de aparelhos para medição das componentes de radiação, estes eram mudados periodicamente de uma estufa para outra, como será descrito a posteriori.

Também se mediu a temperatura de globo negro imediatamente acima e dentro da baía central de cada estufa. Para isto, dois sensores de temperatura (pt 107 Temperature Probe da Campbell Instruments) foram inseridos em globos negros (fabricante: C&M Meteorological Supply; constante = 0,79). Estes sensores também eram mudados de estufa periodicamente, como será descrito mais adiante.

Mesmo contando com aparelhos digitais, termômetros de mercúrio de máxima e mínima foram colocados na baía central, para medir a temperatura do ar e na primeira baía, a partir da porta, para medir a temperatura da água.

Os sensores para umidade e temperaturas externa foram colocados a 2 metros de altura em abrigo próprio (ENSI 214).

O piranômetro (Kipp & Zonen CM3; constante =  $11,99 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ), para medição da radiação global externa foi colocado a 2 metros de altura em uma haste apropriada, ficando afastado 10 metros das estufas, porém na linha que passa pela parte central das mesmas, ao longo do comprimento e ao sul das estufas.

O datalogger operou na frequência de 0,03 Hz, ou seja, cada canal foi lido duas vezes por minuto. Todavia, armazenou-se, de forma definitiva, a média de 5 minutos

(5 leituras de cada canal). Sendo os dados transferidos, rotineiramente a um computador e gravados em disco no formato ASCII.

Como mencionado anteriormente, devido ao número limitado de aparelhos para medida do saldo de ondas longas e curtas e para temperatura de globo negro e ao número de canais disponíveis no datalogger, as medidas destas grandezas foram efetuadas de forma diferenciada das demais. Inicialmente sorteou-se uma estufa que recebeu o saldo radiômetro e os termômetros de globo negro por uma semana. Na semana seguinte estes aparelhos foram deslocados para outra estufa (também escolhida por sorteio) sendo o piranômetro desta estufa colocado naquela de onde os aparelhos vieram. Na terceira semana, os aparelhos foram colocados na estufa restante. Retornou-se com os aparelhos à primeira estufa, na semana seguinte, e o processo se repetiu até o fim do experimento, totalizando sete semanas para cada estufa.

Espera-se, através de modelagem, estimar os valores destas variáveis para os períodos em que as mesmas não puderam ser medidas.

As baias de criação apresentam a possibilidade de aquecimento artificial e a modelagem do ambiente permitirá a verificação da necessidade e o dimensionamento deste sistema.

### **3.3. Análise dos Resultados Referentes as Variáveis Ambientais**

#### **3.3.1. Tabulação dos Dados Ambientais**

Para tabulação dos dados ambientais foram feitos os seguintes procedimentos:

1) Os dados foram separados em arquivos diários (de 0 hora até 24 horas) e gravados em planilhas do Microsoft Excel. Este trabalho foi necessário devido à forma de coleta de dados automatizados que possibilitava que dados de um mesmo dia estivessem contidos em dois arquivos diferentes.

2) A partir destes arquivos diários, desenvolveu-se uma rotina (Visual Basic for Applications) para agrupar os dados em um só arquivo e separar as variáveis que se pretendia analisar.

Foram criados os seguintes arquivos:

#### **Temperatura e Umidade Relativa do Ar Externa.**

Retirou-se deste arquivo os valores -6999 que correspondem a problemas de leitura ou a dados perdidos.

A seguir, foi desenvolvida uma rotina em Visual Basic for Applications que separou as temperaturas máxima e mínima externas diárias, com os respectivos horários e que calculou a temperatura média diária.

#### **Radiações Medidas Dentro e Fora das Estufas.**

No caso deste arquivo, com base na planilha que fornece a localização de cada aparelho, visto que os mesmos tiveram que ser trocados de estufa para estufa periodi-

camente, de forma a se medir o balanço de ondas longas e curtas separou-se as componentes relativas a cada estufa.

### **Temperaturas e Umidades Relativa do Ar Dentro das Estufas.**

Neste caso, também foram retirados os valores perdidos e se separou (através de rotina Visual Basic for Applications) a temperatura máxima e mínima com seus respectivos horários e se calculou a temperatura média diária.

Foi computado, ao longo do experimento, o tempo em que a temperatura esteve abaixo de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35<sup>0</sup>C, em cada dia. Também se computou o tempo em que a temperatura foi maior ou igual a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, e 45<sup>0</sup>C. Estas faixas de tempo foram acumuladas (somadas) para os períodos entre as pesagens.

### **Componentes Refletida e Infravermelha.**

Separou-se, para cada estufa as componentes: Global, Refletida e do Saldo Infravermelho de radiação instantânea e diária.

### **3.3.2. Correlações e Descrição das Variáveis**

Os valores das variáveis ambientais foram utilizados na confecção de modelos empíricos, utilizando análise de regressão linear, que relacionam as variáveis ambien-

tais no interior do galpão e das baias com o ambiente externo. Também se relacionou variáveis internas ao galpão entre si.

Fez-se a análise das variáveis através de estatísticas descritivas, distribuições de frequência e de gráficos genéricos.

Foram feitas as seguintes correlações:

Radiação global diária no interior de cada estufa com a global diária externa.

Estimativa da temperatura instantânea interna de cada estufa, a partir da temperatura externa.

Estimativas das temperaturas diárias: máxima, média e mínima no interior de cada estufa, com a sua respectiva externa.

Temperatura da água de cada baia em função da temperatura do ar.

Temperatura do piso com a temperatura do ar, em cada baia.

Irradiância global com a irradiância refletida, para cada tipo de cobertura.

Radiação global diária com a refletida, no interior de cada uma das estufas.

Radiação global diária com o saldo diário de radiação infravermelha.

Radiação global diária com o saldo de radiação total diário.

Para estimativa da umidade relativa instantânea interna de cada estufa, a partir da temperatura externa.

Umidades relativas do ar diárias: máxima, média e mínima no interior de cada estufa, em função da sua correspondente externa.

Índice de temperatura e umidade (THI) diário: máximo, médio e mínimo no interior de cada estufa, com seus respectivos externos.

Como a temperatura de globo negro foi mensurada de forma intermitente, apenas com o objetivo de permitir uma descrição do ambiente de acordo com índices que são clássicos no estudo de ambiência animal, não tem sentido a discussão de máximos e mínimos, bem como o cálculo de estatísticas descritivas. Procurou-se, contudo, correlacioná-la com a temperatura do ar, que foi medida ao longo de todo experimento, o que poderá vir a permitir inferências indiretas.

Na literatura não encontramos referência ao THI instantâneo, uma vez que para influenciar no desempenho dos animais, deve-se levar em consideração a necessidade de um determinado tempo de ocorrência, sendo assim, não se buscou correlação entre os valores instantâneos de THI internos e os do ambiente externo.

A literatura cita os valores de THI até 70 como zona de conforto para os animais superiores e até 75 como zona suportável sem perdas na produção. Desta forma, computou-se o número de horas diárias em que o THI esteve inferior a 75 em cada cobertura e no ambiente externo.

De posse dos dados de temperatura de globo negro, calculou-se o valor da Carga Térmica Radiante (CTR), em cada tipo de cobertura. Analogamente, com os valores da temperatura de globo negro, da temperatura do ar e da temperatura de bulbo úmido, se calculou os valores do índice de termômetro de globo (WBGT), pelas fórmulas encontradas em

Starr (1981). Para estes índices, também se procurou, através de análise de regressão, obter equações que permitam sua estimativa a partir da temperatura do ar.

### **3.4. Avaliação do Desempenho dos Animais**

Sob o aspecto da produção animal os estudos concentram-se nas fases de crescimento (imagos) e engorda (acima de 40 g até o peso comercial de 180 g) da rã-touro.

Os imagos foram fornecidos pelo Setor de Ranicultura da FMVZ-UNESP de Botucatu. De uma população inicial de 3000 animais foram selecionados, no início do experimento 1020 animais, de peso aproximadamente uniforme na faixa de 6-10 gramas. Desta população foram sorteados seis animais para a avaliação da morfologia e histoquímica da musculatura estriada.

Para determinação da faixa de peso a ser usada, uma amostra de 1000 animais foi retirada do total (3000) e após pesagem individual se calculou a média e o desvio padrão esta faixa de 6 a 10 gramas correspondeu aos animais que se encontravam entre 1 desvio padrão abaixo ou acima da média.

Antes de se colocar os animais nas baias, cada um foi marcado, recebendo um número conforme marcação padrão (Martof, 1953) adotada no Laboratório de Ranicultura da FMVZ-UNESP que é feita por amputação dos dedos e artelhos (Figura 7).

Cada estufa recebeu 255 animais (85 por baia, três baias por estufa), destinados às análises de desempenho. No interior do laboratório, foram utilizadas três baias

como grupo controle para os aspectos ambientais e parâmetros produtivos e morfo-fisiológicos dos animais. Estas baias receberam manejo e número idêntico de animais à das localizadas dentro das estufas. Sendo mantidas a um nível mínimo de temperatura de  $27 \pm 1$  °C e com fotoperíodo de 12 horas produzido artificialmente através de lâmpadas de 15 watts.



**Figura 7.** Identificação dos animais por amputação de dedos e artelhos.

Após a distribuição dos animais nos tratamentos, realizaram-se dois descartes, eliminando-se os animais de pior desempenho e/ou que apresentassem quaisquer outros problemas e adequando a densidade. Procedeu-se o primeiro descarte ao final do primeiro mês de experimento, com redução da população para 70 animais por baia; no segundo descarte, ao final do segundo mês, equalizou-se as baias para 60 animais.

Para a análise morfológica e histoquímica, 30 animais foram sacrificados ao longo do experimento (ver item 3.5). O grupo controle recebeu e teve sacrificado ao longo do experimento número idêntico de animais.

Ao longo do experimento os animais foram pesados individualmente. As pesagens ocorreram no início do experimento e em intervalos de aproximadamente 30 dias. Após cada pesagem, calculou-se a média, a mediana e o desvio padrão do peso dos indivíduos de cada grupo. Estas pesagens serviram como referência para os descartes do primeiro e segundo mês (descartando-se os animais com menores pesos); assim como, para a realização das coletas para as análises histoquímicas e fisiológicas.

Ao final do experimento realizou-se o abate de todos os animais mantidos nas estufas e retirou-se uma amostra do grupo controle, visto que havia interesse em se manter os animais deste para posteriores estudos genéticos.

Na amostragem final dos animais do grupo controle, retirou-se, três machos e três fêmeas de cada baía (18 no total) que se enquadrassem no critério de ter peso na faixa da mediana  $\pm \frac{1}{2}$  desvio padrão (durante o período experimental realizou-se análise exploratória dos dados das pesagens mensais e constatou-se que a mediana descrevia melhor a população do que a média, adotando-se como critério de sorteio dos animais selecionar apenas os que se enquadrassem na faixa de peso entre a mediana  $\pm \frac{1}{2}$  desvio padrão).

Convencionou-se segundo Costa (1992), no momento da realização do abate, separar o corpo dos animais nas seguintes porções:

- ✘ Carcaça – composto pelo tronco, tórax e membros superiores; após a retirada da pele, cabeça, mãos, vísceras e gordura abdominal.

- ✘ Coxas – membros inferiores sem as patas.

- ✘ Vísceras – todas as vísceras, excetuando o fígado e a gordura abdominal. Acrescida da pele, cabeça, mãos e patas.

- ✘ Fígado.
- ✘ Gordura.
- ✘ Ovário.
- ✘ Oviduto.
- ✘ Testículos.

Os três últimos itens, condicionam-se ao estágio de desenvolvimento gonadal do animal possibilitar a identificação.

Sendo estas partes pesadas individualmente em balança digital com 2 dígitos de precisão.

### **3.5. Aspectos Histoquímicos e Fisiológicos**

Paralelamente à análise de produção e desempenho, foi realizado experimento para avaliação do efeito das variáveis ambientais em alguns aspectos morfofisiológicos da musculatura estriada dos animais. Inicialmente, sorteou-se seis animais para a avaliação morfológica e histoquímica dos imagos antes de distribuir-se os animais nos tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial, 4 X 5 (tratamentos x momentos de coleta): foram sorteados seis animais/tratamento/coleta.

Tendo-se observado que havia um número maior de animais com peso próximo da mediana do que da média determinou-se que seriam sacrificados apenas animais cujo peso estivesse meio desvio padrão acima ou abaixo da mediana. A partir deste critério foi

feita uma lista com a numeração dos animais que poderiam ser abatidos em cada baia. De posse desta lista, no dia do abate (quatro ou cinco dias após a pesagem), retirava-se aleatoriamente um animal de dentro da baia e confirmava-se sua presença na lista até que se conseguisse dois animais da baia para o abate. Desta forma, dos seis animais de cada tratamento, cada baia fornecia dois para o abate. Além dos imagos foram feitos mais cinco abates, a partir da terceira até a penúltima pesagem dos animais.

Dos animais sorteados, em cada coleta, foram retiradas amostras de sangue antes de sacrificá-los, mediante comoção cerebral, para coleta do tecido muscular e posterior análise.

O sangue foi coletado via punção cardíaca com o auxílio de seringas descartáveis de 3 ml e agulhas 25 x 8 mm, retirando-se de 2 a 3 ml de cada animal. As seringas e agulhas foram revestidas com EDTA 3% antes da coleta de sangue de cada rã.

Os fatores fisiológicos, avaliados através da coleta de sangue, compreendem a "análise de estresse" via hematócrito e as dosagens dos hormônios Tiroxina ( $T_4$ ) e Triiodotiroidina ( $T_3$ ) seguindo a metodologia adotada por Ciarlini (1997).

Monitorou-se a temperatura cloacal dos animais, no momento das coletas para dosagens de hematócrito - perfazendo um total de 63 medições feitas duas vezes por semana, pela manhã e pela tarde ao longo do experimento com 24 animais em cada coleta. Para realização do hematócrito utilizou-se o método do micro-hematócrito segundo Brasil (1997).

Para as análises hormonais, as amostras sanguíneas foram colocadas em tubos de ensaio devidamente etiquetados e centrifugados a 1600 G, por 10 minutos, num

intervalo máximo de 1h após coleta. O plasma sobrenadante foi pipetado e armazenado em eppen-

dorf, identificados de acordo com seu doador, permanecendo em freezer até o momento da análise no Laboratório de Radioimunoensaio do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da FMVZ-UNESP de Botucatu, pela técnica de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, utilizando-se conjunto de reagente comercial "Coat-a-Count-Total T<sub>3</sub>, Diagnostic Products Co." e "Coat-a-Count-Total T<sub>4</sub>, Diagnostic Products Co.", sem qualquer tipo de extração química e processo de purificação, tendo como elemento radioativo traçador o I<sup>125</sup>, para Triiodotiroidina (T<sub>3</sub>) Total e para Tiroxina (T<sub>4</sub>) Total.

A fim de conhecer-se a viabilidade da dosagem dos hormônios Tiroxina (T<sub>4</sub>) e Triiodotiroidina (T<sub>3</sub>), realizou-se um piloto das análises hormonais. Para tanto, em outubro de 1998 dois animais foram tomados ao acaso do Setor de Ranicultura da FMVZ-UNESP e tiveram sangue coletado conforme descrito anteriormente e procedeu-se a análise da Tiroxina (T<sub>4</sub>) e Triiodotiroidina (T<sub>3</sub>) conforme as técnicas descritas abaixo.

### **3.5.1. Dosagem Sérica de Triiodotiroidina Total (T<sub>3</sub> TOTAL)**

O T<sub>3</sub> Total sérico foi determinado pela técnica de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, utilizando-se conjunto de reagente comercial<sup>1</sup>, sem qualquer tipo de extração química ou processo de purificação, tendo como elemento traçador o I<sup>125</sup>.

Adotou-se o seguinte procedimento:

1. Todos os soros (plasmas) foram previamente descongelados e, assim como os reagentes, somente utilizados após alcançarem a temperatura ambiente.

---

<sup>1</sup> Coat-a-Count- Total T<sub>3</sub> Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA.

2. Identificaram-se quatro tubos de polipropileno (12 x 75 mm) não revestidos, sendo dois como T (contagem total) e dois como NSB (ligação não específica).

3. Identificaram-se tubos de polipropileno (12 x 75 mm), revestidos com anticorpos anti-T<sub>3</sub> Total, conforme protocolo:

Calibradores	ng/dl	nmol/l
A (MB)	0	0
B	20	0.31
C	50	0.77
D	100	1.54
E	200	3.07
F	600	9.22

Todos os calibradores foram feitos em duplicata.

4. Identificou-se um tubo de polipropileno (12 x 75 mm), revestido com anticorpos anti-T<sub>3</sub> Total, para cada amostra desconhecida.

5. Com alíquotas de amostras de diferentes rãs em cada coleta, preparou-se um “pool”.

6. Identificaram-se vários tubos de polipropileno (12 x 75 mm), revestidos com anticorpos anti-T<sub>3</sub> Total, como “pool”. Estes tubos “pool” foram distribuídos antes da primeira amostra desconhecida e a cada intervalo de 25 amostras. Este procedimento foi repetido com o mesmo “pool”, na dosagem dos outros grupos de amostras desconhecidas, objetivando determinar os erros intra-ensaio e interensaio.

7. Transferiram-se 100 µl do calibrador A para cada tubo NSB e A.

8. Transferiram-se 100  $\mu$ l de cada calibrador B, C, D, E, e F para os tubos correspondentes.

9. Transferiram-se 200  $\mu$ l de cada soro (plasma) desconhecido (a) e do “pool” para os tubos correspondentes.

10. Em todos os tubos, adicionaram-se 1000  $\mu$ l de T<sub>3</sub> Total, marcado com I<sup>125</sup>.

11. Não mais que 10 minutos após a adição do traçador, todos os tubos foram homogeneizados, utilizando-se agitador de tubos tipo Vortex<sup>2</sup>.

12. Em seguida, todos os tubos foram incubados a 37<sup>0</sup>C em banho Maria, por duas horas.

13. Depois de transcorrido o tempo de reação, exceto os tubos T, todos os demais foram aspirados através de bomba de vácuo, tomando-se o cuidado de não se tocar em sua parte revestida.

14. As contagens de radioatividade foram obtidas pela utilização de contador gama automático<sup>3</sup>, com 48 poços, calibrado automaticamente para I<sup>125</sup> e tempo de contagem de um minuto.

15. Os resultados foram obtidos automaticamente, pelo uso de programa computacional específico, acoplado ao contador gama e impressora. Em seguida, os valores das amostras desconhecidas e do “pool” foram divididos por dois para corrigir a duplicação da amostra de soro (plasma) empregada no procedimento.

---

<sup>2</sup> Phoenix, Mod. AT 56, Phoenix Ind. & Com. Equip. Científicos, Araraquara, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Kinetcount® 48, Vitck Systems, Missouri, USA.

### 3.5.2. Dosagem Sérica de Tiroxina Total (T<sub>4</sub> TOTAL)

O T<sub>4</sub> Total sérico foi determinado pela técnica de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, utilizando-se conjunto de reagente comercial<sup>4</sup>, sem qualquer tipo de extração química ou processo de purificação, tendo como elemento traçador o I<sup>125</sup>.

Adotou-se o seguinte procedimento:

1. Todos os soros (plasmas) foram previamente descongelados e, assim como os reagentes, somente utilizados após alcançarem a temperatura ambiente.

2. Identificaram-se quatro tubos de polipropileno (12 x 75 mm) não revestidos, sendo dois como T (contagem total) e dois como NSB (ligação não específica).

3. Identificaram-se tubos de polipropileno (12 x 75 mm), revestidos com anticorpos anti-T<sub>4</sub> Total, conforme protocolo:

Calibradores	Ng/dl	nmol/l
A (MB)	0	0
B	1	12.9
C	4	51.5
D	10	129
E	16	206
F	24	309

Todos os calibradores foram feitos em duplicata.

4. Identificou-se um tubo de polipropileno (12 x 75 mm), revestido com anticorpos anti-T<sub>4</sub> Total, para cada amostra desconhecida.

<sup>4</sup> Coat-a-Count- Total T<sub>4</sub> Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA.

5. Com alíquotas de amostras de diferentes rãs em cada coleta, preparou-se um “pool”.

6. Identificaram-se vários tubos de polipropileno (12 x 75 mm), revestidos com anticorpos anti-T<sub>4</sub> Total, como “pool”. Estes tubos “pool” foram distribuídos antes da primeira amostra desconhecida e a cada intervalo de 25 amostras. Este procedimento foi repetido com o mesmo “pool”, na dosagem dos outros grupos de amostras desconhecidas, objetivando determinar os erros intra-ensaio e interensaio.

7. Transferiram-se 25 µl do calibrador A para cada tubo NSB e A.

8. Transferiram-se 25 µl de cada calibrador B, C, D, E, e F para os tubos correspondentes.

9. Transferiram-se 50 µl de cada soro (plasma) desconhecido (a) e do “pool” para os tubos correspondentes.

10. Em todos os tubos, adicionaram-se 1000 µl de T<sub>4</sub> Total, marcado com I<sup>125</sup>.

11. Não mais que 10 minutos após a adição do traçador, todos os tubos foram homogeneizados, utilizando-se agitador de tubos tipo Vortex<sup>5</sup>.

12. Em seguida, todos os tubos foram incubados a 37<sup>0</sup>C em banho Maria, por uma hora.

13. Depois de transcorrido o tempo de reação, exceto os tubos T, todos os demais foram aspirados através de bomba de vácuo, tomando-se o cuidado de não se tocar em sua parte revestida.

---

<sup>5</sup> Phoenix, Mod. AT 56, Phoenix Ind. & Com. Equip. Científicos, Araraquara, SP, Brasil.

14. As contagens de radioatividade foram obtidas pela utilização de contador gama automático<sup>6</sup>, com 48 poços, calibrado automaticamente para I<sup>125</sup> e tempo de contagem de um minuto.

15. Os resultados foram obtidos automaticamente, pelo uso de programa computacional específico, acoplado ao contador gama e impressora. Em seguida, os valores das amostras desconhecidas e do “pool” foram divididos por dois para corrigir a duplicação da amostra de soro (plasma) empregada no procedimento.

### **3.5.3. Estudos Histológicos e Histoquímicos**

Foram estudadas a morfologia e a frequência das fibras musculares brancas, vermelhas e intermediárias. Para tal, durante o experimento, foram sacrificados 126 animais, mediante comoção cerebral e deles retiradas as amostras de tecido muscular.

Os estudos foram realizados com o músculo *adutor magnum* retirado da perna direita dos animais em seis coletas ao longo do experimento.

A primeira coleta realizou-se antes de se distribuir os animais dentro dos tratamentos, denominando-se este grupo de condição inicial. As demais coletas (cinco ao todo) constituíram-se de seis animais sacrificados para cada tratamento (estufas: branca (B), transparente (T), verde (V) e laboratório (L)) num total de 24 animais sacrificados por coleta.

---

<sup>6</sup> Kinetcount® 48, Vitck Systems, Missouri, USA.

As análises morfológicas e histoquímicas do músculo *adutor magnum* foram realizadas no Laboratório de Histoquímica do Departamento de Morfologia do IB-UNESP-Botucatu. Foram avaliadas as características morfológicas do músculo, o metabolismo oxidativo ou glicolítico das fibras musculares e as características contráteis. Também se efetuou a determinação da frequência de ocorrência dos tipos de fibras conforme Ferrari (1995).

Os fragmentos musculares retirados foram identificados e imersos em nitrogênio líquido, durante 1-2 minutos (Chayen et al., 1969). A seguir, foram transferidos para a câmara de um micrótomo criostato JUNG CM – CRYOCUT 1800 – a - 20<sup>0</sup>C, sendo posteriormente embalados e armazenados em freezer a - 80<sup>0</sup>C. No momento do processamento os vários fragmentos foram afixados em suportes metálicos do criostato, utilizando-se um adesivo especial, o Tissue Tek OCT compound (MILES).

Do material armazenado, obteve-se posteriormente cortes histológicos com 8  $\mu$  m de espessura, colhidos em lâminas histológicas. Este material foi submetido às seguintes colorações e reações: Hematoxilina-Eosina (HE), PAS (Periodic Acid Schiff), NADH-TR (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo – Tetrazolium Reductase) e ATPase miofibrilar (mATPase), após pré-incubação em meio ácido e alcalino.

### **3.5.3.1. Estudo Histológico**

Para a avaliação da morfologia geral das fibras musculares foi utilizada a coloração Hematoxilina-Eosina (HE).

### **3.5.3.2. Estudo Histoquímico**

Para o estudo da distribuição do glicogênio nas fibras musculares, utilizamos a reação PAS (Periodic Acid Schiff), segundo Chayen *et al.* (1969).

Para a avaliação do padrão metabólico (oxidativo ou glicolítico) dos tipos de fibras musculares, foi utilizada a reação NADH-TR (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo – Tetrazolium Reductase), modificada por Dubowitz e Brooke (1973).

Para o estudo das características contráteis das fibras musculares, utilizou-se a reação da ATPase miofibrilar (mATPase), em pH 9,4, após pré-incubação em meio ácido (4,6) e alcalino (10,4), conforme Dubowitz e Brooke (1973).

### **3.5.4. Estudos Morfométricos**

#### **3.5.4.1. Frequência dos Tipos de Fibras**

Foram calculadas a frequência (%) dos tipos de fibras denominadas de FG (fibras brancas) e SO + FOG (fibras intermediárias e vermelhas). Optamos por utilizar três animais por grupo de estudo em cada um dos abates realizados. Utilizou-se uma “câmara clara” acoplada a um microscópio. Em cada animal, foram amostrados cinco campos microscópicos, utilizando-se objetiva 40X e ocular 10X. Foram utilizados cortes histológicos submetidos às reações NADH-TR e PAS. O cálculo da frequência foi baseado na média do número dos tipos de fibras de todos os animais.

#### **3.5.4.2. Diâmetro das Fibras**

Foi calculado o diâmetro das fibras musculares de cada animal utilizado, em cada coleta realizada. Para tanto, foi utilizado um Sistema de Análise de Imagens Computadorizado – OPTIMAS, 4.10. Optamos pela mensuração do menor diâmetro ( $\mu\text{m}$ ), conforme a metodologia de Dubowitz, 1985. Foram medidos 10 (dez) campos do monitor, utilizando-se cortes histológicos submetidos à coloração HE.

Após a mensuração dos diâmetros das fibras, calculou-se a média dos 10 campos mensurados por animal e a média geral por tratamento (diâmetro médio); realizando-se a distribuição dos mesmos, em cinco classes de tamanho: menor que 10  $\mu\text{m}$ ; entre 10 e menor que 20  $\mu\text{m}$ ; entre 20 e menor que 50  $\mu\text{m}$ ; entre 50 e menor que 100  $\mu\text{m}$ , e maior que 100  $\mu\text{m}$  (inclusive). A fim de conhecer-se o número e a porcentagem das fibras em cada tratamento e momento de coleta.

A análise multivariada utilizou como unidade amostral o animal e cada campo mensurado como repetição, distribuídos nas cinco classes de tamanho descritas anteriormente.

### **3.6. Análises dos Dados de Desempenho Animal**

Na análise do desempenho, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo empregada na avaliação dos resultados a análise de perfil (multivariada) com 4 grupos em 7 momentos. Testou-se a interação grupo condição pelos pontos de mais alta percentagem da distribuição da maior raiz característica de matrizes aleatórias encontradas em análise multivariada, conforme a metodologia usada por Teodoro (1998). As variáveis de desempenho analisadas desta forma foram: peso vivo e ganho de peso. Após aceitação ou rejeição da hipótese de paralelismo dos perfis se procedeu às análises pertinentes pela estatística  $T^2$  de Hotelling ou pela distribuição de F, conforme o desdobramento da análise assim o exigisse (Morrison, 1976).

Os resultados referentes às variáveis: consumo de ração e conversão alimentar, foram submetidos apenas a análises por estatísticas descritivas, sendo apresentados como complemento deste trabalho.

Para o rendimento de carcaça procedeu-se a análise de variância para cada órgão em relação aos quatro grupos (estufa branca, estufa transparente, estufa verde e laboratório). Ou, quando se verificou que a tendência central não foi bem descrita pela média (Teste de Lilliefors) ou que havia grande heterogeneidade de variância (Teste de Bartlett), optou-se pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis.

Na análise da interação das variáveis ambientais com o desempenho utilizaram-se análises de regressão e correlação.

### **3.7. Análises dos Dados Histoquímicos e Fisiológicos**

Para a análise do menor diâmetro de cada fibra muscular e das reações oxidativas e glicolíticas, procedeu-se a análise de perfil (multivariada) com os desdobramentos citados no item 3.6. Quando pertinente, avaliou-se a evolução temporal de cada variável. Procedeu-se uma análise separada para cada variável (FG e SO + FOG para o caso das fibras glicolíticas e das fibras oxidativas e das cinco classes para o caso dos diâmetros musculares).

Na análise das variáveis histoquímicas e fisiológicas utilizou-se, quando possível, a análise multivariada, conforme Teodoro (1998) bem como análises de regressão e correlação.

Na análise da interação das variáveis ambientais com as fisiológicas utilizaram-se correlações.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

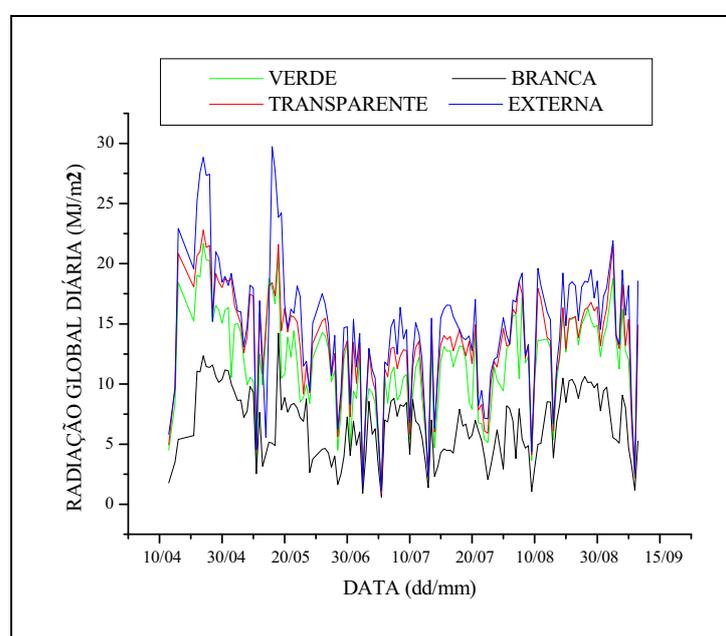
### **4.1. Variáveis Ambientais**

#### **4.1.1. A Radiação Global**

A Figura 8 mostra a variação diária da radiação global no exterior e dentro de cada estufa, ao longo do período experimental.

A estufa que apresentou maiores valores de radiação global internamente foi a transparente, seguida da verde. O interior da estufa branca apresentou valores bem menores de radiação global. Na média houve uma atenuação de 8,1% da radiação global externa pela cobertura transparente e de 18,7% e 54,3% para as coberturas verde e branca, respectivamente. Estes valores de radiação global externa em relação aos encontrados

dentro das estufas verde e transparente estão de acordo com os relacionados por Camacho (1995) e Robledo (1988) que citam valores de transmissividade média de 70 a 90% em estufas. Entretanto, os valores encontrados na estufa branca se situam bem abaixo desta faixa, possivelmente pela maior reflexão e menor absorção do plástico, afetando assim sua transmissividade.



**Figura 8.** Valores diários da radiação global para cada local de observação.

Pela Figura 8 observa-se que o período experimental se caracterizou por valores iniciais altos de radiação global que vão decrescendo, passando por um período de valores relativamente menores e voltando a crescer.

O Quadro 1 apresenta algumas estatísticas descritivas da radiação global diária, para cada local de medição.

Observa-se, pelo Quadro 1, que o total de radiação ao longo do experimento nas estufas com cobertura verde e transparente, embora aparentemente próximo, implica numa diferença em relação à estufa transparente de cerca de 18 vezes a média diária de radiação da estufa verde. Por outro lado, esta diferença é bastante maior quando se comparam estas coberturas com a branca. Neste caso a diferença nos totais é de aproximadamente 141 vezes a média diária da estufa branca quando se compara esta com a transparente ou aproximadamente 109 vezes, quando a comparação é feita em relação à estufa verde.

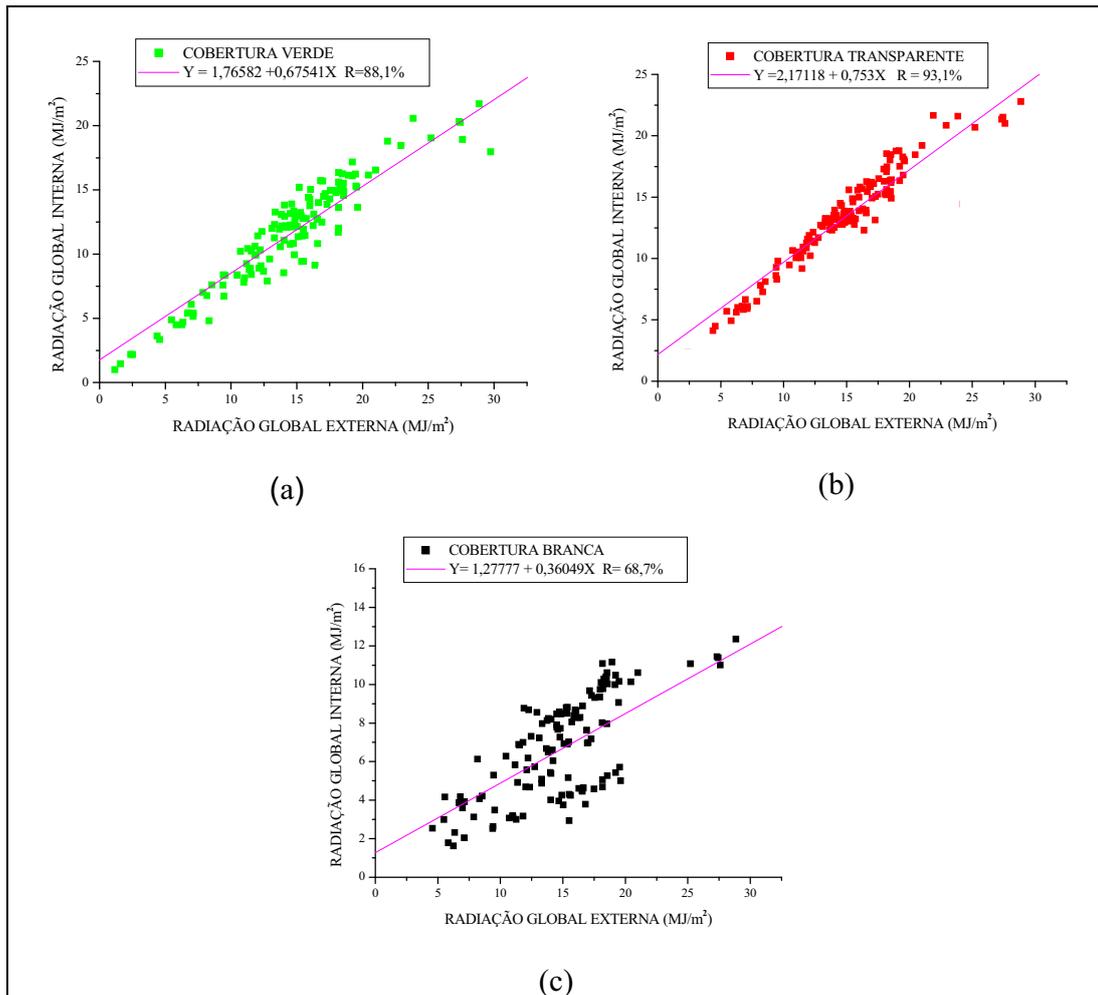
**Quadro 1.** Estatísticas descritivas da radiação global diária, para cada local de medição

Estatística	Local de Medição			
	Externo	Verde	Transparente	Branca
<b>Média</b>	14,74974	11,72798	13,27779	6,59486
<b>Desvio Padrão</b>	5,42073	4,15529	4,38165	2,84537
<b>Erro Médio</b>	0,45814	0,35119	0,3703	0,24048
<b>Mínimo</b>	1,1529	1,0048	0,9048	0,5736
<b>Máximo</b>	29,73	21,703	22,789	14,233
<b>Amplitude</b>	28,577	20,698	21,884	13,659
<b>Total</b>	2065	1641,9	1858,9	923,28

Os gráficos da Figura 9 mostram a relação entre a radiação global diária no interior de cada estufa e a externa. Também são mostradas as equações de regressão linear entre a radiação global no interior de cada cobertura com a radiação global externa e os respectivos coeficientes de correlação.

Foram encontrados coeficientes de correlação linear entre a radiação global diária externa e a do interior da estufa de 93,1%; 88,1% e 68,7% para as coberturas: transparente, verde e branca, nesta ordem. Embora podendo ser considerados bons, observou-

se que os coeficientes de correlação diminuem à medida que diminui a transparência da cobertura. Esta diminuição pode ser explicada pela reflexão e absorção e transmissão nas paredes internas e no teto da estufa.



**Figura 9.** Relação entre a radiação global diária externa e a interna para as estufas com coberturas plásticas: (a) verde; (b) transparente e (c) branca.

## **4.1.2. As Temperaturas**

Para as temperaturas do ar, água e piso, medidas em duas baias dentro de cada estufa, uma análise dos dados mostrou que em nenhum caso se encontrou diferença superior a  $1^{\circ}\text{C}$  entre uma baia e outra na mesma estufa, ou seja, as diferenças estavam dentro da faixa de precisão do aparelho. Desta forma, evitando-se os inconvenientes estatísticos de se trabalhar com médias de duas baias, optou-se por usar nas análises seguintes, as temperaturas observadas na baia central de cada estufa.

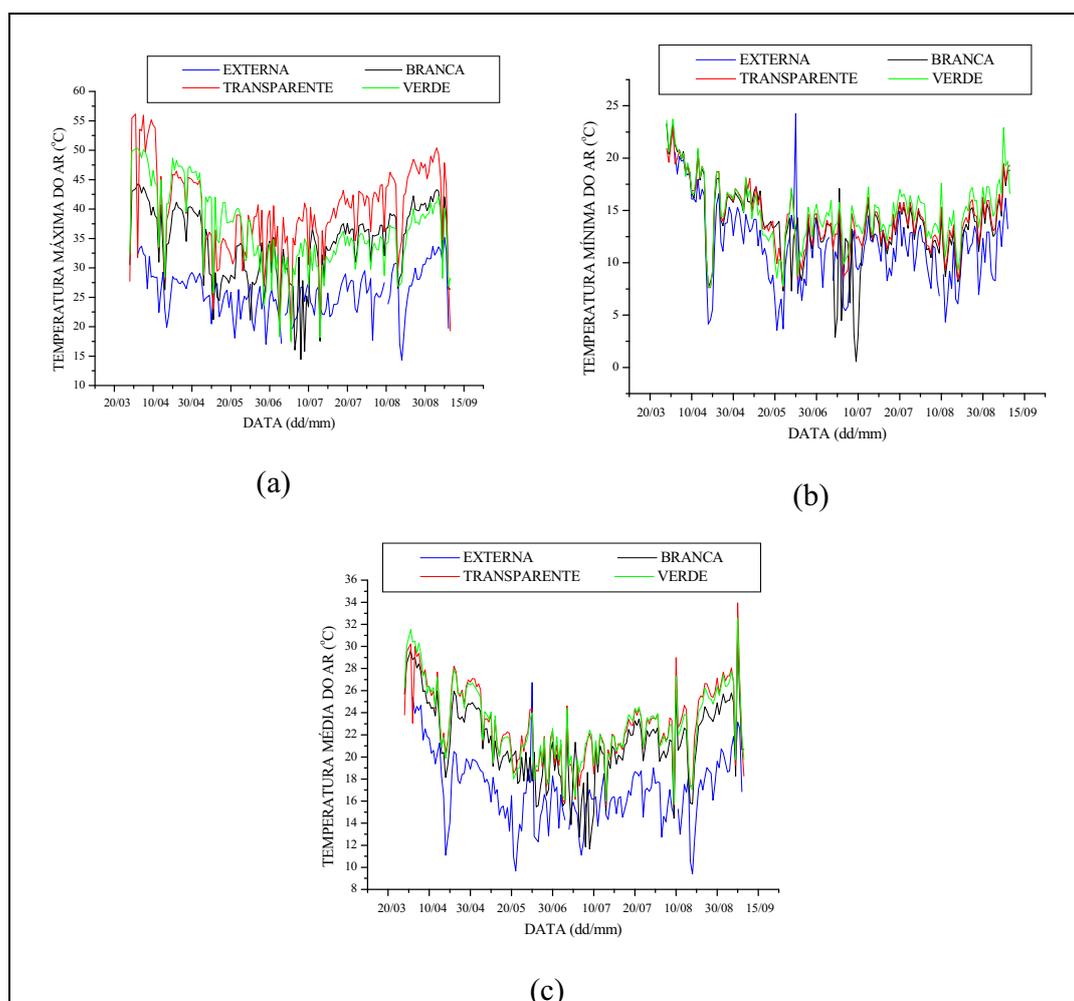
### **4.1.2.1. Temperatura do Ar**

A Figura 10 mostra as temperaturas Máximas, Mínimas e Médias do ar para dentro de cada tipo de cobertura e também no exterior.

Pode-se perceber que as Máximas, Médias e Mínimas no interior das estufas tendem, como era de se esperar, a serem maiores que suas correspondentes no meio exterior. Observa-se que a temperatura média do ar não varia muito entre as coberturas, e que existe uma tendência de as coberturas verde e transparente apresentarem maiores temperaturas máximas e mínimas que a cobertura branca, embora esta tendência não seja muito acentuada.

As médias gerais da temperatura, ao longo do experimento foram: 17,07; 22,93; 22,94; 21,32 $^{\circ}\text{C}$  para o meio externo e para as coberturas verde, transparente e branca, respectivamente. Estas médias pouco descrevem o ambiente dentro de cada estufa,

sendo apenas ilustrativas. Também ilustrativamente pode-se observar os menores valores mínimos e os maiores máximos.



**Figura 10.** Temperaturas: (a) máximas, (b) mínimas e (c) médias diárias do ar externo e no interior das estufas.

O Quadro 2 apresenta algumas destas estatísticas descritivas das temperaturas diárias máxima, mínima e média no interior das estufas e no exterior.

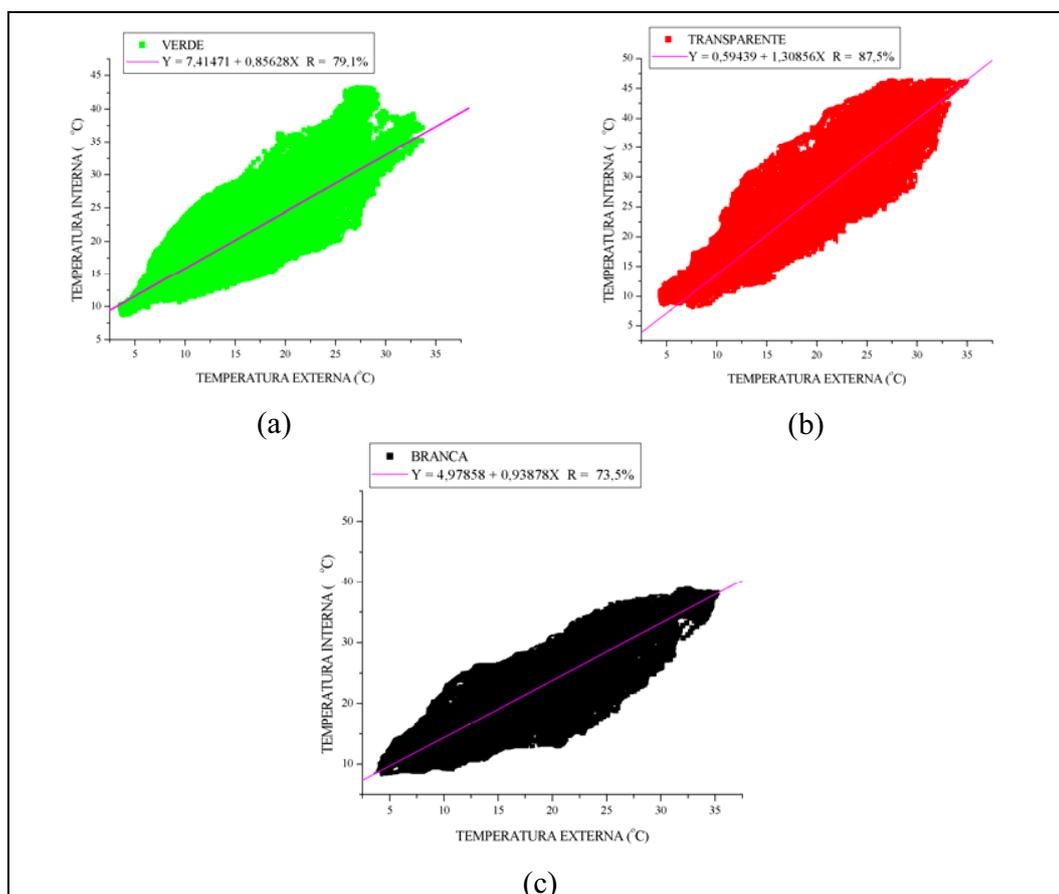
**Quadro 2.** Estatísticas descritivas para as temperaturas máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação

		Local de Observação			
		Externa	Verde	Transparente	Branca
<b>MÁXIMA</b>	<b>Média</b>	25,91	34,01	39,77	36,33
	<b>Desvio Padrão</b>	3,90	6,30	7,44	6,82
	<b>Erro Médio</b>	0,31	0,49	0,58	0,53
	<b>Mínimo</b>	14,35	14,42	17,70	17,41
	<b>Máximo</b>	35,19	44,28	56,13	50,34
	<b>Amplitude</b>	20,84	29,86	38,43	32,93
<b>MÍNIMA</b>	<b>Média</b>	11,65	14,90	14,24	13,63
	<b>Desvio Padrão</b>	3,62	2,98	3,00	3,74
	<b>Erro Médio</b>	0,29	0,23	0,23	0,29
	<b>Mínimo</b>	3,56	7,70	7,62	0,56
	<b>Máximo</b>	24,24	23,73	22,88	23,31
	<b>Amplitude</b>	20,68	16,03	15,26	22,75
<b>MÉDIA</b>	<b>Média</b>	17,07	22,93	22,94	21,32
	<b>Desvio Padrão</b>	3,12	3,32	3,38	3,53
	<b>Erro Médio</b>	0,25	0,26	0,26	0,27
	<b>Mínimo</b>	9,40	15,73	15,64	11,65
	<b>Máximo</b>	26,73	32,56	33,93	31,39
	<b>Amplitude</b>	17,33	16,83	18,29	19,74

Inicialmente, procurou-se, através de análise de regressão, obter equações para estimativa da temperatura instantânea interna de cada estufa, a partir da temperatura externa.

Em relação à temperatura mínima observa-se que a temperatura no interior da estufa pode ser menor que no ambiente externo, resultados estes em concordância com os observado por Buriol *et al.* (1993).

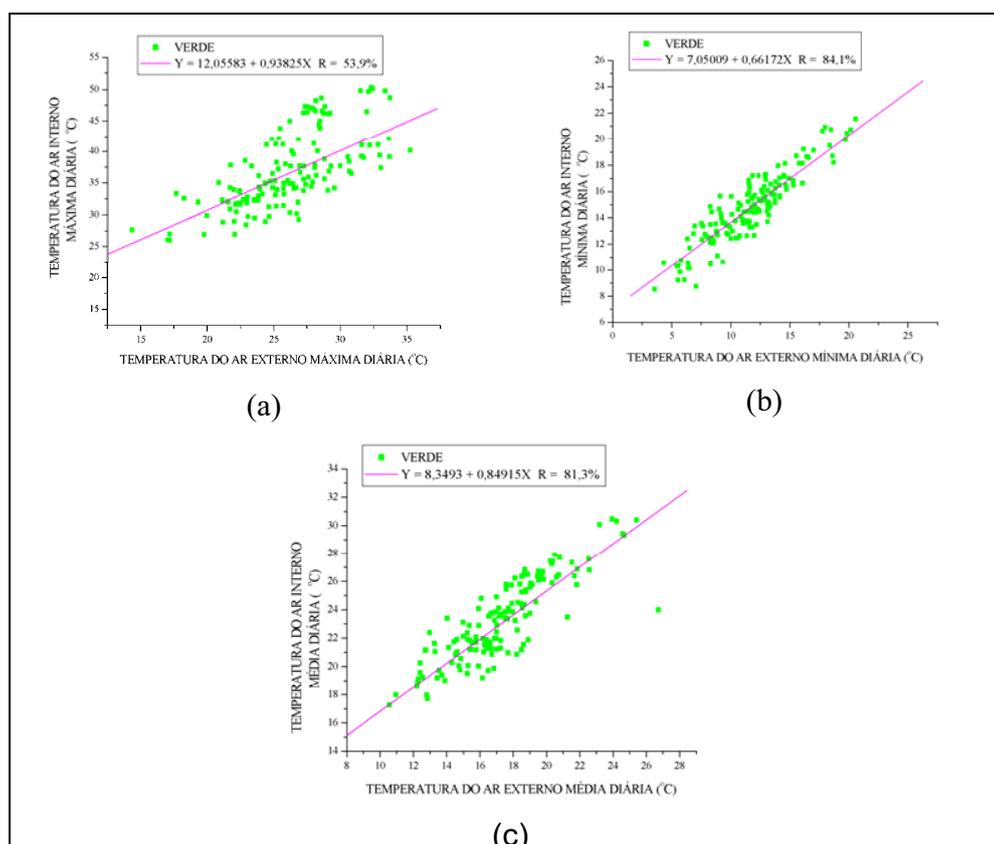
A Figura 11 mostra estas relações para as estufas com cobertura verde, transparente e branca, respectivamente.



**Figura 11.** Relação entre a temperatura do ar instantânea externa e a interna para as estufas com coberturas plásticas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Os coeficientes de correlação encontrados para a relação entre os valores instantâneos foram de 79,1%; 87,5% e 73,5%, para as coberturas: verde, transparente e branca, nesta seqüência, indicando uma melhor estimativa na estufa transparente. Embora os coeficientes de correlação encontrados possam ser considerados bons, a análise de regressão linear foi utilizada, na busca de equações relacionando as temperaturas máxima, média e mínima no interior de cada estufa, com a sua respectiva externa. Esta análise foi feita para verificar se haveria uma possibilidade de aumento na precisão da estimativa, para o caso específico destas temperaturas.

A Figura 12 mostra as relações entre as temperaturas do ar máxima, mínima e média diárias externas e as internas para a estufa com cobertura plástica verde.

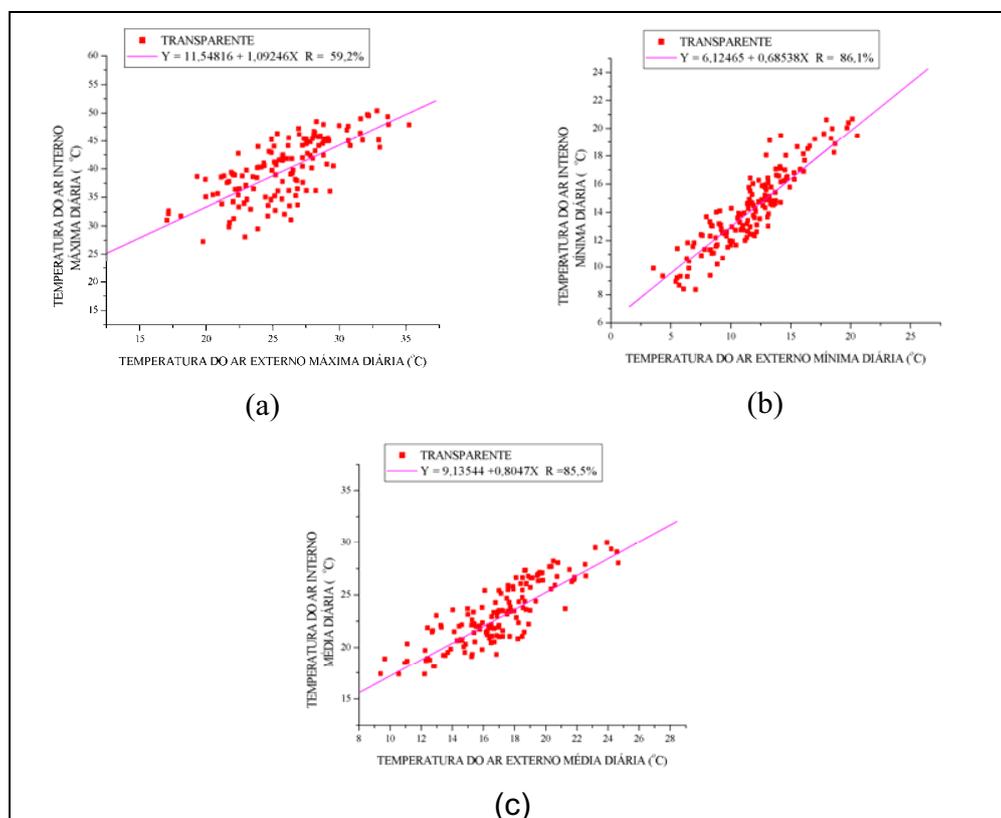


**Figura 12.** Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica verde.

Os coeficientes de correlação, neste caso, foram de 53,9%; 84,1% e 81,3% para as temperaturas: máxima, mínima e média, respectivamente. Os valores dos coeficientes de correlação indicam que a previsão da temperatura máxima interna, a partir da máxima externa, teve a menor precisão dentre as três. Entre as possíveis causas para isto, podemos citar a influência de outros fatores tais como radiação e umidade relativa do ar, que, provavelmente, afetaram mais no valor da temperatura máxima diária. Porém, para o caso da

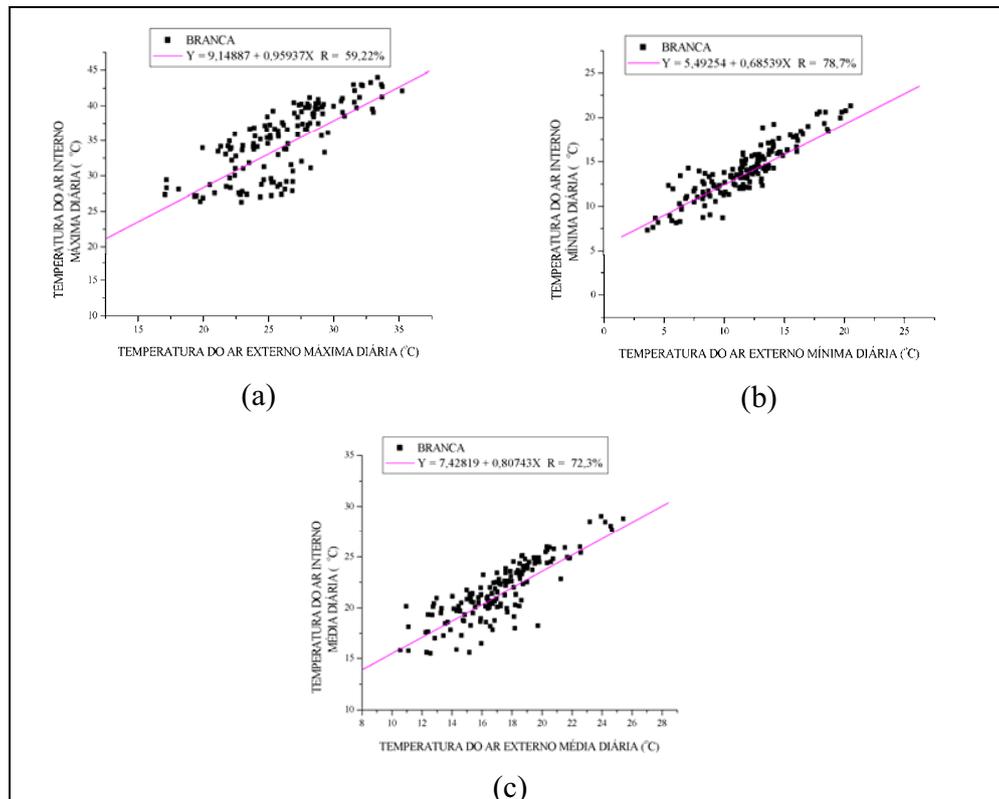
temperatura média e da temperatura mínima ocorreu uma melhoria na correlação em relação aos valores instantâneos.

A Figura 13 mostra a relação entre as temperaturas do ar máxima, mínima e média diárias externas e as correspondentes internas à estufa para o caso da cobertura plástica transparente.



**Figura 13.** Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica transparente.

A Figura 14 mostra a relação entre as temperaturas do ar máxima, mínima e média diárias externas e as correspondentes internas à estufa para o caso da cobertura plástica branca.



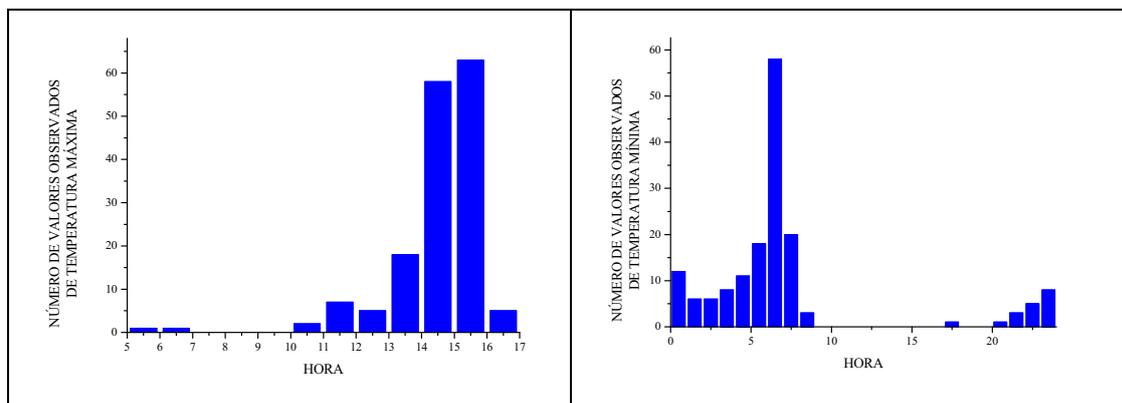
**Figura 14.** Relação entre a temperatura do ar: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diária externa e a interna para a estufa com cobertura plástica branca.

Para a estufa transparente os coeficientes de correlação entre as temperaturas máxima, mínima e média interna e as correspondentes externa foram de 59,2%; 86,1% e 85,5% respectivamente, coeficientes estes aproximadamente iguais aos encontrados para a estufa verde. Esta tendência se confirma para a cobertura branca, cujos coeficientes de correlação encontrados foram: 59,2%; 78,7% e 72,3%, nesta ordem. No caso da cobertura branca os coeficientes de correlação para as temperaturas mínima e média foram um pouco menores que para as demais, de tal forma que apenas a equação específica para a temperatura mínima melhorou a correlação em relação aos valores instantâneos. Uma possível causa para

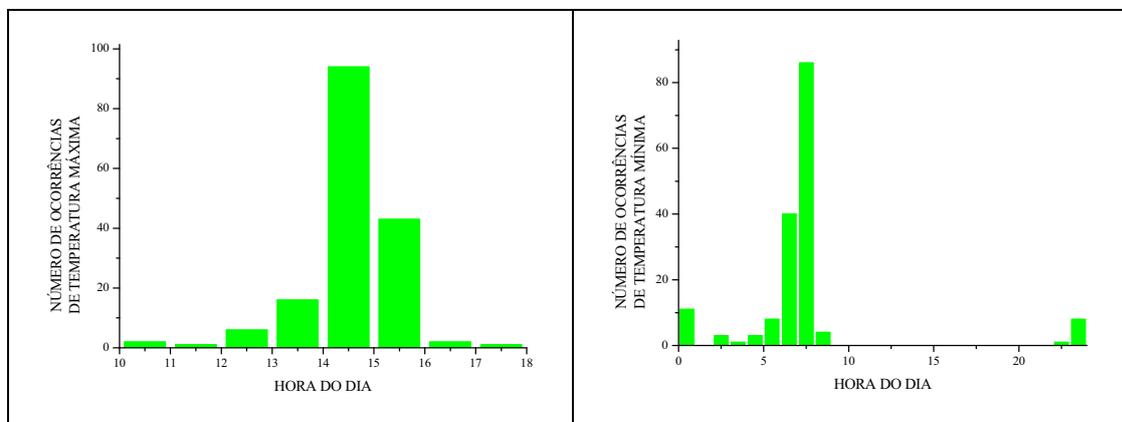
estas ocorrências pode ser o alto índice de condensação que ocorreu nesta estufa em particular, alterando o ambiente por liberação ou absorção de calor latente.

As Figuras 15, 16, 17 e 18 mostram a distribuição de frequência dos valores dos horários das temperaturas do ar, máximas e mínimas, em cada caso.

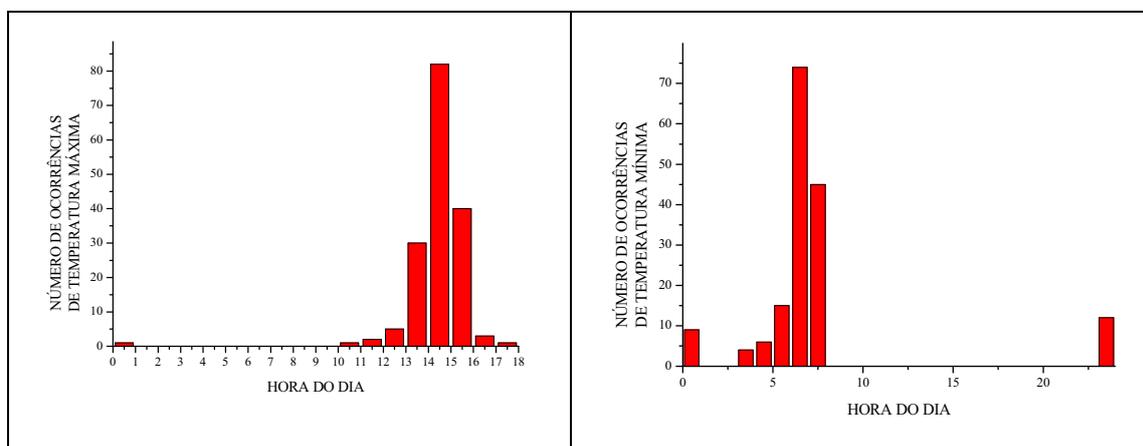
Embora existam valores fora da tendência geral, (o que se explica por uma série de fatores, tais como chuvas, entradas de frente, etc.) observou-se, como esperado, em todos os casos, uma tendência bem definida de horários de máxima e mínima.



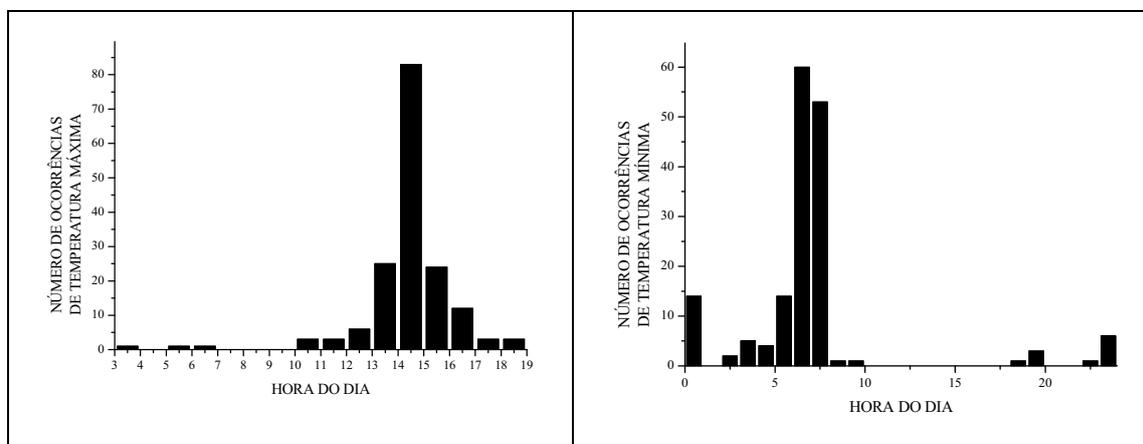
**Figura 15.** Distribuição de frequências para os horários de temperaturas do ar externas máximas e mínimas.



**Figura 16.** Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura verde.



**Figura 17.** Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura transparente.



**Figura 18.** Distribuição de freqüências para os horários de temperaturas máximas e mínimas para a cobertura branca.

O Quadro 3 mostra o valor modal dos horários das temperaturas máxima e mínima para cada um dos locais de observação.

**Quadro 3.** Valores modais da hora de ocorrência das temperaturas máximas e mínimas para cada local de observação

Temperatura	Hora modal segundo o local de observação			
	Externa (h)	Verde (h)	Transparente (h)	Branca (h)
<b>MÁXIMA</b>	15:20	14:40	14:40	14:45
<b>MÍNIMA</b>	06:55	06:55	06:55	07:00

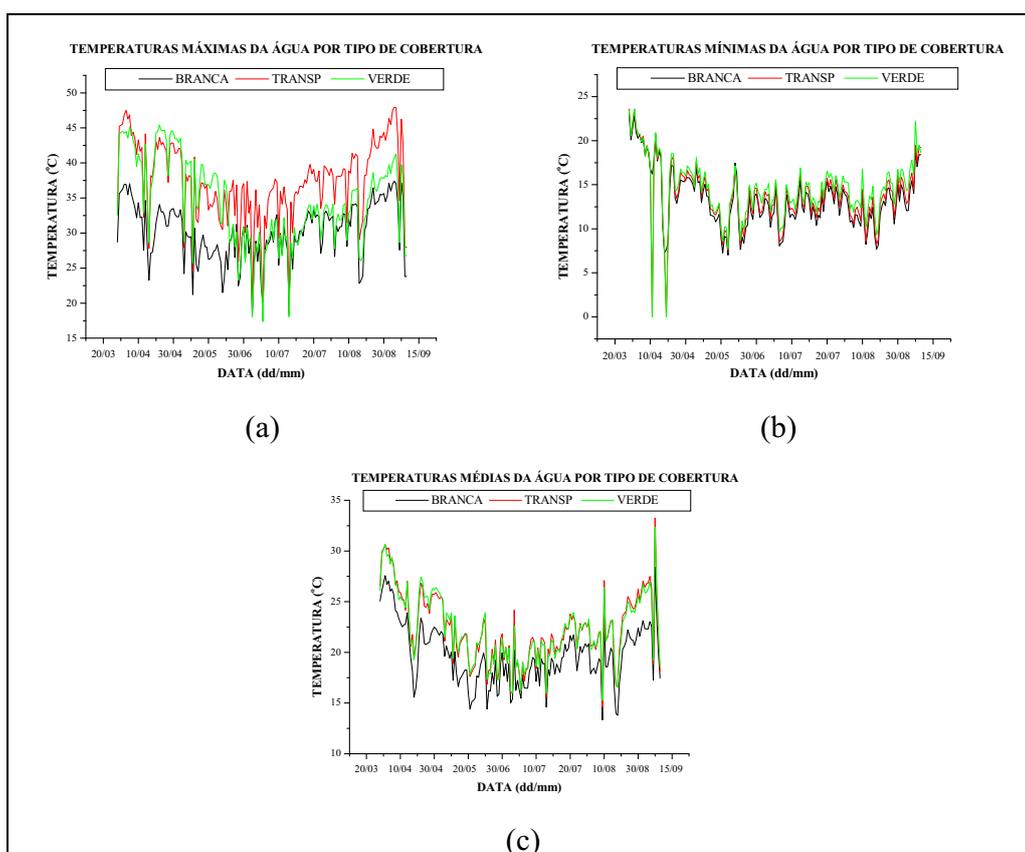
Observou-se que o valor modal da temperatura mínima foi, aproximadamente 6:55 h, independente do local de observação. Por outro lado, no interior das estufas, a hora modal da temperatura máxima foi antecipada em cerca de quarenta minutos em relação ao ambiente externo. Este parece ser um dos efeitos da cobertura plástica, além daquele de elevar os valores das temperaturas. Esta também pode ser uma possível explicação para o fato da correlação entre a temperatura máxima no interior de cada estufa e a temperatura máxima externa apresentar os menores coeficientes de correlação entre as equações de regressão obtidas; trata-se de valores que ocorreram inclusive em horários distintos.

Como consequência destes resultados, em locais com temperaturas máximas elevadas, haverá a necessidade de manejo de cortinas, principalmente no caso das coberturas verde e transparente. Por outro lado, nos locais e época de menores temperaturas fica visível a vantagem da utilização de estufas com cobertura plástica.

#### 4.1.2.2. Temperaturas da Água e do Piso

A Figura 19 mostra os valores diários das temperaturas da água Máxima, Mínima e Média em cada tipo de cobertura.

Observou-se que os valores médios e mínimos foram bastante próximos, ficando as maiores diferenças entre os valores das temperaturas máximas. Neste último caso observou-se que, a partir do dia 01 de junho os valores de temperatura máxima observados na estufa branca aproximaram-se dos correspondentes observados na estufa verde. Isto ocorreu, porque, foram observados casos de morte de animais nas estufas com cobertura verde e transparente, havendo suspeita de que a causa fosse os valores altos de temperatura (ar, piso e água). Sendo assim, passou-se a trocar a água das baias nestas estufas, no início da tarde, antes que esta atingisse o valor máximo diário.



**Figura 19.** Valores diários da temperatura da água: (a) máxima, (b) mínima e (c) média para cada local de observação.

Depois de adotado o procedimento de troca da água do reservatório (o mesmo era esvaziado completamente e reenchido com a água da fonte em vazão máxima. A seguir, reajustava-se a vazão) o número de mortes diminuiu consideravelmente, confirmando a hipótese. Portanto, se não houvesse a troca de água, os valores máximos de temperatura da mesma certamente seriam maiores que os observados.

O Quadro 4 apresenta algumas estatísticas descritivas das temperaturas máximas, mínimas e médias da água, para cada local de medição.

**Quadro 4.** Estatísticas descritivas para as temperaturas da água máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação

		<b>Local de Observação</b>		
		<b>Verde</b>	<b>Transparente</b>	<b>Branca</b>
<b>MÁXIMA</b>	<b>Média</b>	30,25	37,44	34,52
	<b>Desvio Padrão</b>	4,04	5,62	6,09
	<b>Erro Médio</b>	0,31	0,44	0,47
	<b>Mínimo</b>	18,13	17,71	17,36
	<b>Máximo</b>	37,40	47,97	45,44
	<b>Amplitude</b>	19,27	30,26	28,08
<b>MÍNIMA</b>	<b>Média</b>	13,31	13,80	14,51
	<b>Desvio Padrão</b>	3,22	3,46	3,36
	<b>Erro Médio</b>	0,25	0,27	0,26
	<b>Mínimo</b>	7,00	0,00	0,00
	<b>Máximo</b>	23,06	23,60	23,60
	<b>Amplitude</b>	16,06	23,60	23,60
<b>MÉDIA</b>	<b>Média</b>	19,67	22,34	22,31
	<b>Desvio Padrão</b>	2,91	3,37	3,30
	<b>Erro Médio</b>	0,23	0,26	0,26
	<b>Mínimo</b>	13,33	14,62	15,26
	<b>Máximo</b>	28,39	33,26	32,33

---

<b>Amplitude</b>	15,06	18,64	17,07
------------------	-------	-------	-------

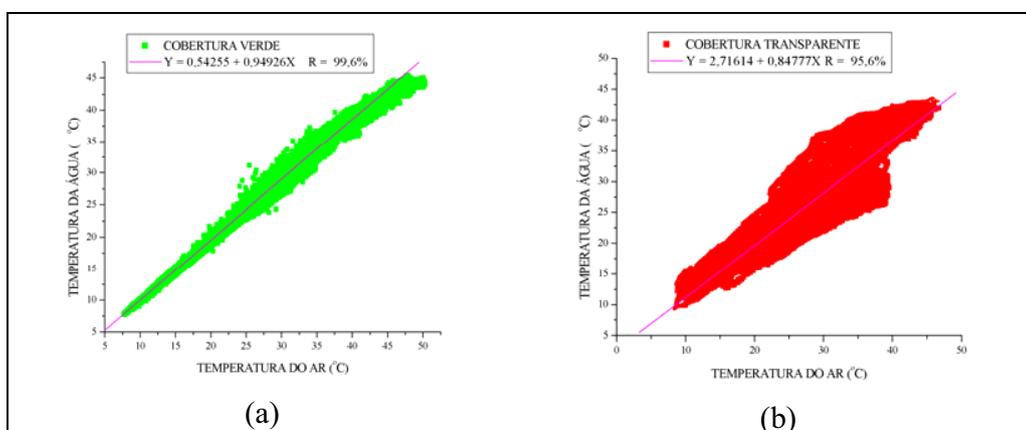
---

As médias gerais da temperatura da água, ao longo do experimento foram: 19,67; 22,34 e 22,31°C para as coberturas: verde, transparente e branca, respectivamente. De forma análoga ao caso da temperatura do ar, estas médias pouco descrevem o ambiente dentro de cada estufa, sendo apenas ilustrativas.

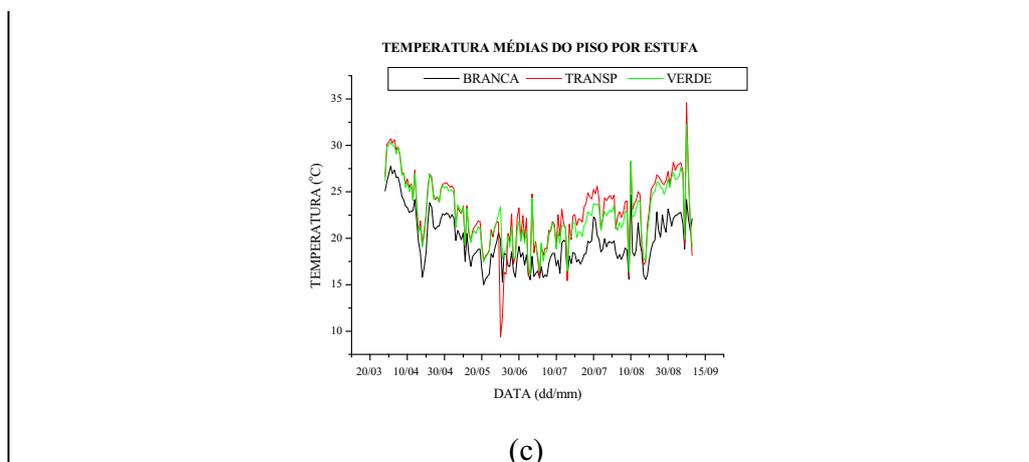
Para cada estufa procurou-se, através de análise de regressão, encontrar equações que permitissem estimar a temperatura da água de cada baia em função da temperatura do ar.

No caso da temperatura da água, embora esta fosse corrente, a origem era a mesma para todas as estufas, ou seja, ela provinha do mesmo reservatório. Infelizmente não foi possível medir a temperatura da água na fonte, mas, como a vazão era bem baixa ( $\cong 0,25$  l/min) foi suposto que a temperatura final da água pudesse, satisfatoriamente, ser estimada apenas pela temperatura do ar interno à estufa.

A Figura 20 mostra a relação entre a temperatura da água e a temperatura do ar nas baias para cada tipo de cobertura.







**Figura 21.** Valores diários da temperatura: (a) máxima, (b) mínima e (c) média do piso para cada local de observação.

Observou-se que a tendência foi sempre da estufa transparente apresentar os maiores valores, tanto de temperatura máximas, como mínimas e médias. Analogamente, observou-se na estufa branca a tendência de sempre apresentar os menores valores.

O Quadro 5 mostra algumas estatísticas descritivas das temperaturas máxima, mínima e média do piso para cada local de observação.

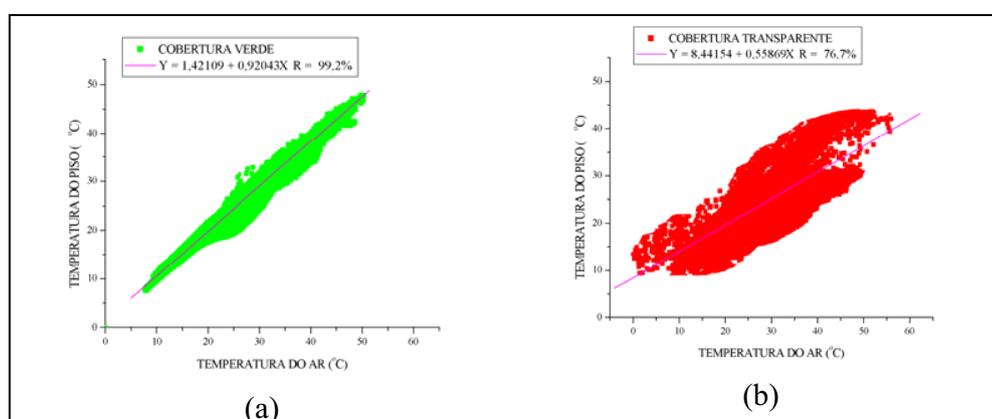
**Quadro 5.** Estatísticas descritivas para as temperaturas do piso máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação

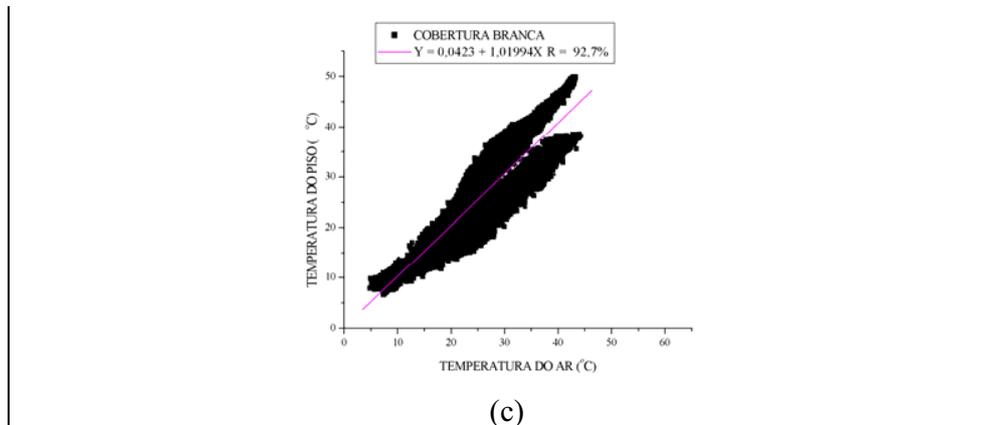
		<b>Local de Observação</b>		
		<b>Verde</b>	<b>Transparente</b>	<b>Branca</b>
<b>MÁXIMA</b>	<b>Média</b>	35,93	29,09	35,02
	<b>Desvio Padrão</b>	6,74	8,78	5,96
	<b>Erro Médio</b>	0,52	0,68	0,46
	<b>Mínimo</b>	17,41	16,60	17,57
	<b>Máximo</b>	49,93	48,88	47,89
	<b>Amplitude</b>	32,52	32,28	30,32
<b>MÍNIMA</b>	<b>Média</b>	13,82	14,74	14,97
	<b>Desvio Padrão</b>	3,13	3,47	3,34

	<b>Erro Médio</b>	0,24	0,27	0,26
	<b>Mínimo</b>	7,00	0,00	0,00
	<b>Máximo</b>	23,06	23,71	23,59
	<b>Amplitude</b>	16,06	23,71	23,59
<b>MÉDIA</b>	<b>Média</b>	21,97	20,61	22,54
	<b>Desvio Padrão</b>	3,44	3,79	3,24
	<b>Erro Médio</b>	0,27	0,30	0,25
	<b>Mínimo</b>	15,00	9,34	16,13
	<b>Máximo</b>	34,59	30,71	32,26
	<b>Amplitude</b>	19,59	21,37	16,13

Os resultados da análise de regressão, correlacionando a temperatura do piso com a temperatura do ar, em cada local de observação são mostrados na Figura 22.

Os coeficientes de correlação encontrados foram de 99,2%; 76,7% e 92,7% para as coberturas: verde, transparente e branca, nesta ordem. Estes coeficientes são próximos dos obtidos para a relação entre a temperatura do ar e a da água nas baias valendo, portanto, as mesmas considerações. A exceção é o caso da cobertura transparente, onde o coeficiente de correlação está bem abaixo dos demais. Porém, com os dados disponíveis, não nos é possível buscar nenhuma justificativa para tal resultado.



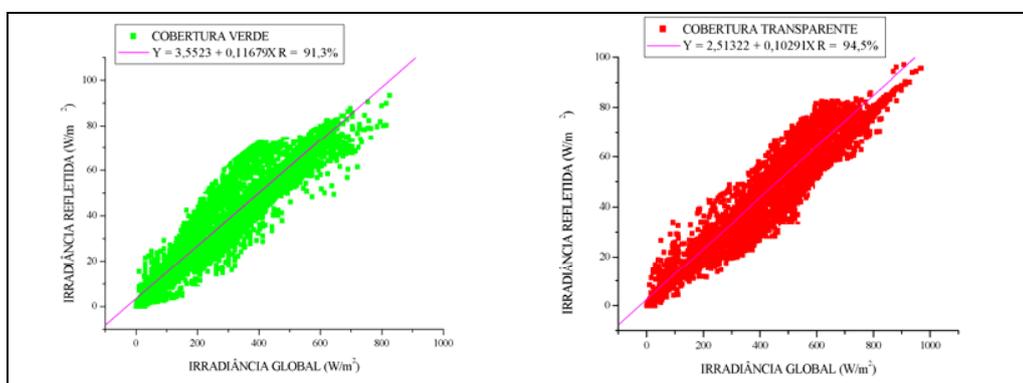


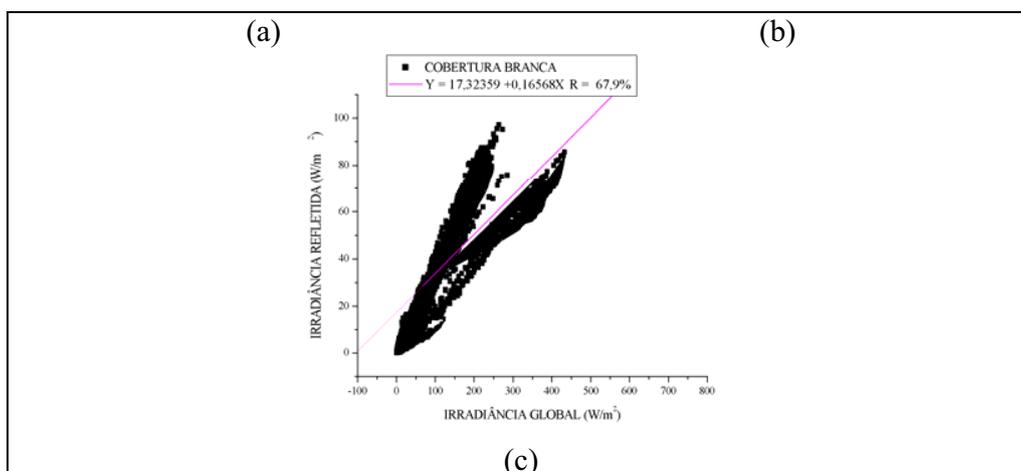
**Figura 22.** Relação entre a temperatura do piso e a temperatura do ar, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

#### 4.1.3. A Radiação Refletida

Os dados de radiação global são contínuos, mas os da radiação refletida e do saldo de radiação infravermelha são descontínuos, sendo que cada estufa recebeu o saldo radiômetro por 49 dias.

A Figura 23 mostra a relação entre a irradiância global e a refletida, para cada tipo de cobertura e as equações de regressão obtidas para se estimar a irradiância refletida a partir da irradiância global.





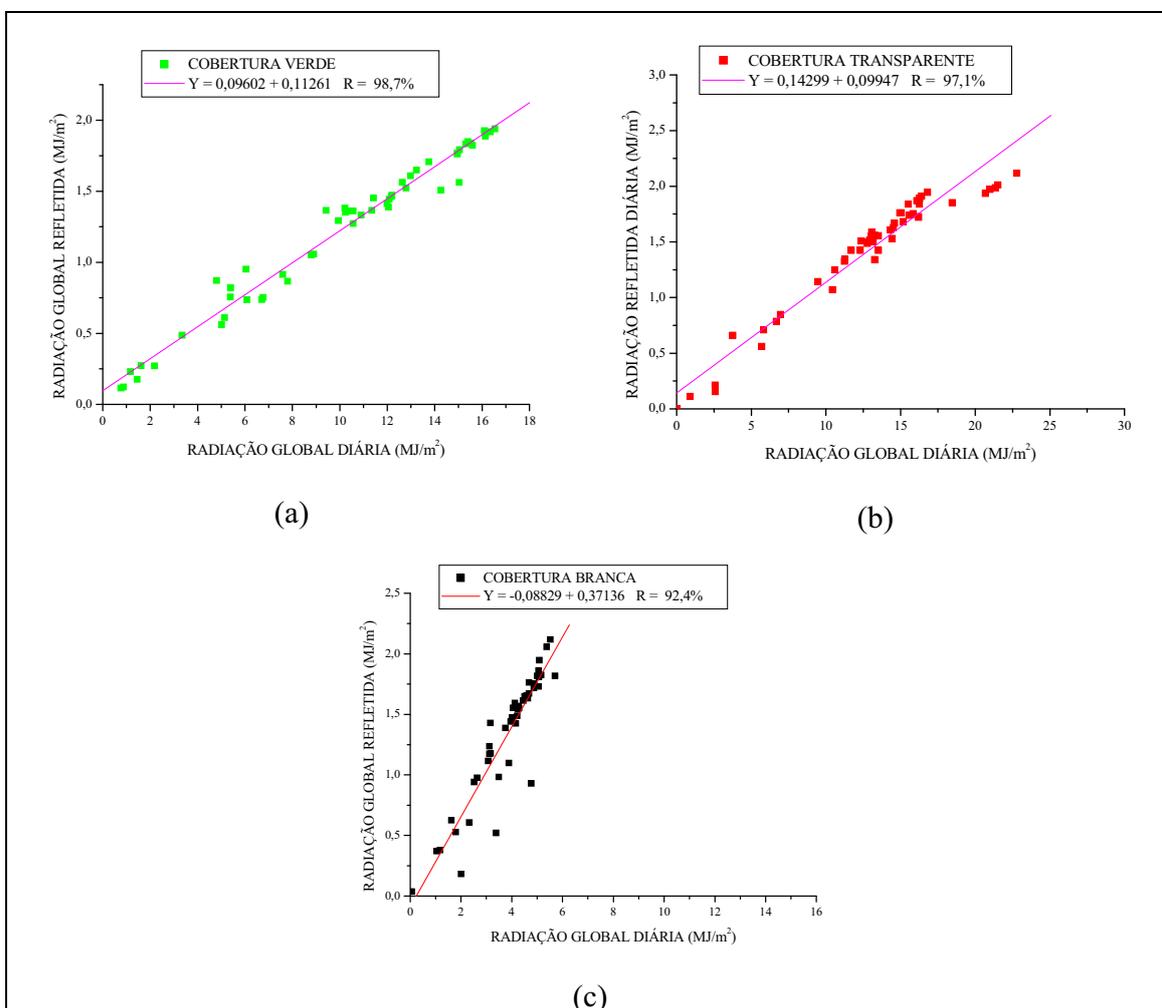
**Figura 23.** Relação entre irradiância solar refletida e a irradiância solar global, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Os coeficientes de correlação obtidos foram 91,3%; 94,5% e 67,9% para as estufas com cobertura verde, transparente e branca, respectivamente. Uma possível razão para o coeficiente de correlação, no caso da cobertura branca, ser bem menor que os demais pode estar na grande quantidade de reflexão que ocorre internamente na estufa. Na cobertura branca, cerca de 50% da radiação global externa é barrada, a componente que penetra na estufa é bastante refletida pelas paredes e pelo próprio teto. Temos, portanto, uma predominância de radiação difusa, dentro da estufa.

Uma comparação entre os valores da irradiância refletida e da irradiância global em cada estufa mostra que esta corresponde, em média, a 13,1%; 10,8% e 34,5% da global nas coberturas verde, transparente e branca, respectivamente. Estes valores corroboram a hipótese de que é difícil, na cobertura branca, a obtenção de uma boa correlação entre estas componentes, visto que além de predominantemente difusa, a irradiância refletida aproxima-se, em intensidade, da global.

A análise de regressão foi utilizada na busca de equações que correlacionem a radiação refletida diária com a global, no interior das estufas. A Figura 24

mostra os resultados destas análises. Os coeficientes de correlação encontrados foram de 98,7%, 97,1% e 92,4%, para as coberturas: verde, transparente e branca, respectivamente. Estes coeficientes são maiores que os obtidos para o caso da relação entre as irradiâncias, particularmente no caso da cobertura branca. Possivelmente a integração dos valores acabou eliminando a variabilidade instantânea, o que levou ao aumento no valor destes coeficientes.

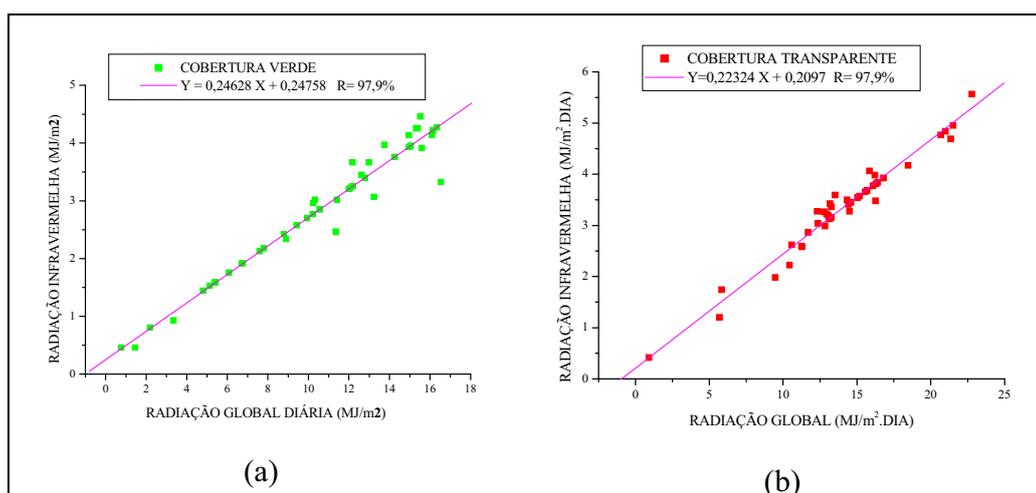


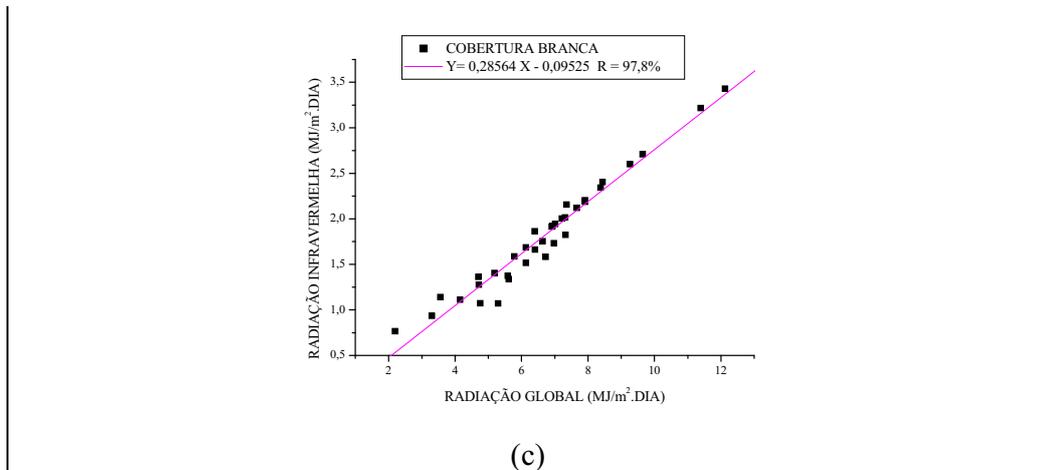
**Figura 24.** Relação entre a radiação solar refletida e a radiação solar global diárias para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

#### 4.1.4. O Saldo de Radiação Infravermelha

Como os dados de radiação infravermelha, para uma mesma estufa, foram colhidos em períodos semanais diferentes, não se fez estatísticas descritivas dos mesmos, apenas se procurou correlacioná-los com a radiação global diária correspondente, para se verificar a possibilidade de conhecendo-se a radiação global, estimar-se o saldo de ondas longas (infravermelho) uma vez que a instrumentação para medição da radiação global é, geralmente, mais disponível.

A Figura 25 mostra as relações entre a radiação global e o saldo infravermelho para cada cobertura, bem como as equações de regressão correspondentes, com os respectivos coeficientes de correlação.





**Figura 25.** Relação entre radiação global e o saldo de radiação infravermelha diárias, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Os valores relativamente altos dos coeficientes de correlação encontrados (em torno de 97,9% em todos os casos) mostram a possibilidade de se estimar o saldo de radiação infravermelha (ondas longas) no interior das estufas, a partir da radiação global, com boa precisão.

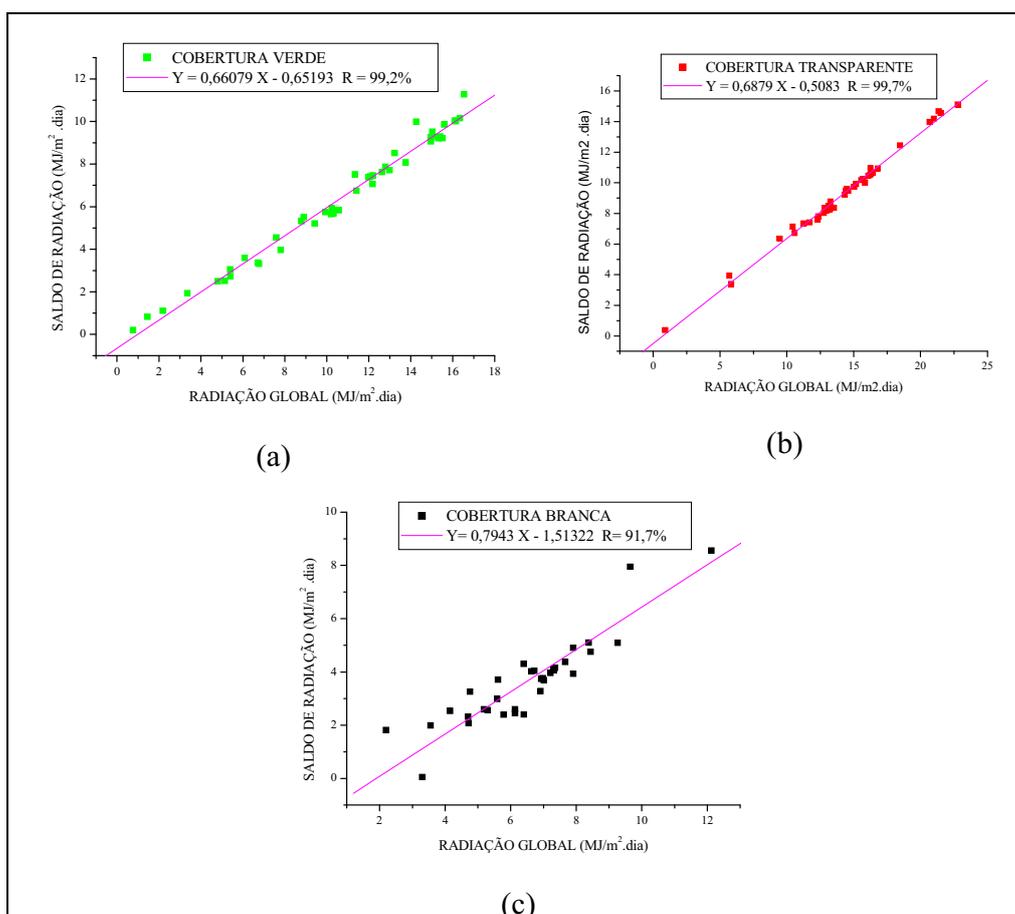
#### **4.1.5. O Saldo de Radiação Total**

De forma análoga ao saldo de infravermelho, procurou-se, para o saldo total de radiação, uma relação linear com a radiação global diária. A Figura 26 mostra estas relações, com as equações de regressão e os respectivos coeficientes de correlação.

Neste caso, os coeficientes de correlação também foram bastante elevados (99,2%; 99,7% e 91,7%, para a cobertura verde, transparente e branca, nesta ordem) indicando que a estimativa do saldo de radiação diário, no interior das estufas, a partir da radiação global diária, por uma relação linear, pode ser bastante preciso. Cabe uma discussão sobre o menor valor do coeficiente de correlação para a estufa branca, podendo esta ocorrência ser atribuída à menor correlação entre radiação global e refletida encontrada nesta cobertura, como discutido no item 4.1.3.

#### **4.1.6. A Umidade Relativa do Ar**

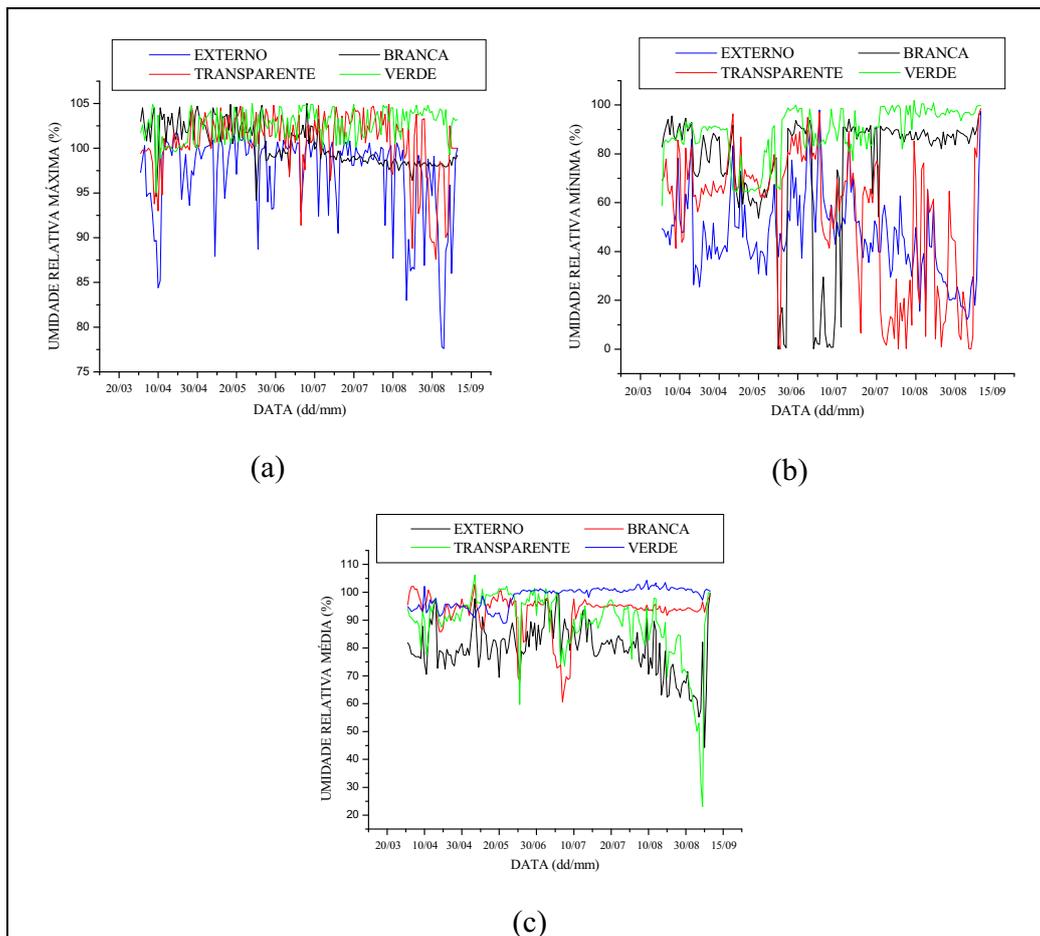
A Figura 27 mostra os valores máximos, mínimos e médios diários da umidade relativa do ar em cada cobertura e no ambiente externo.



**Figura 26.** Relação entre radiação global e o saldo de radiação diário, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Como pode ser visto na Figura 27 os valores máximos e médios, em sua maioria, foram maiores no interior das estufas que no meio externo. Para a umidade mínima diária, observou-se uma grande variação, não sendo possível detectar uma tendência nos valores. Também se observou que, entre as coberturas a variação nos valores foi menor, entre si, do que em relação ao meio externo.

De todas as variáveis ambientais analisadas, a que apresentou os menores coeficientes de correlação, para todos os modelos que se tentou ajustar foi a umidade relativa do ar. Não foi possível, para esta variável, encontrar nenhuma correlação

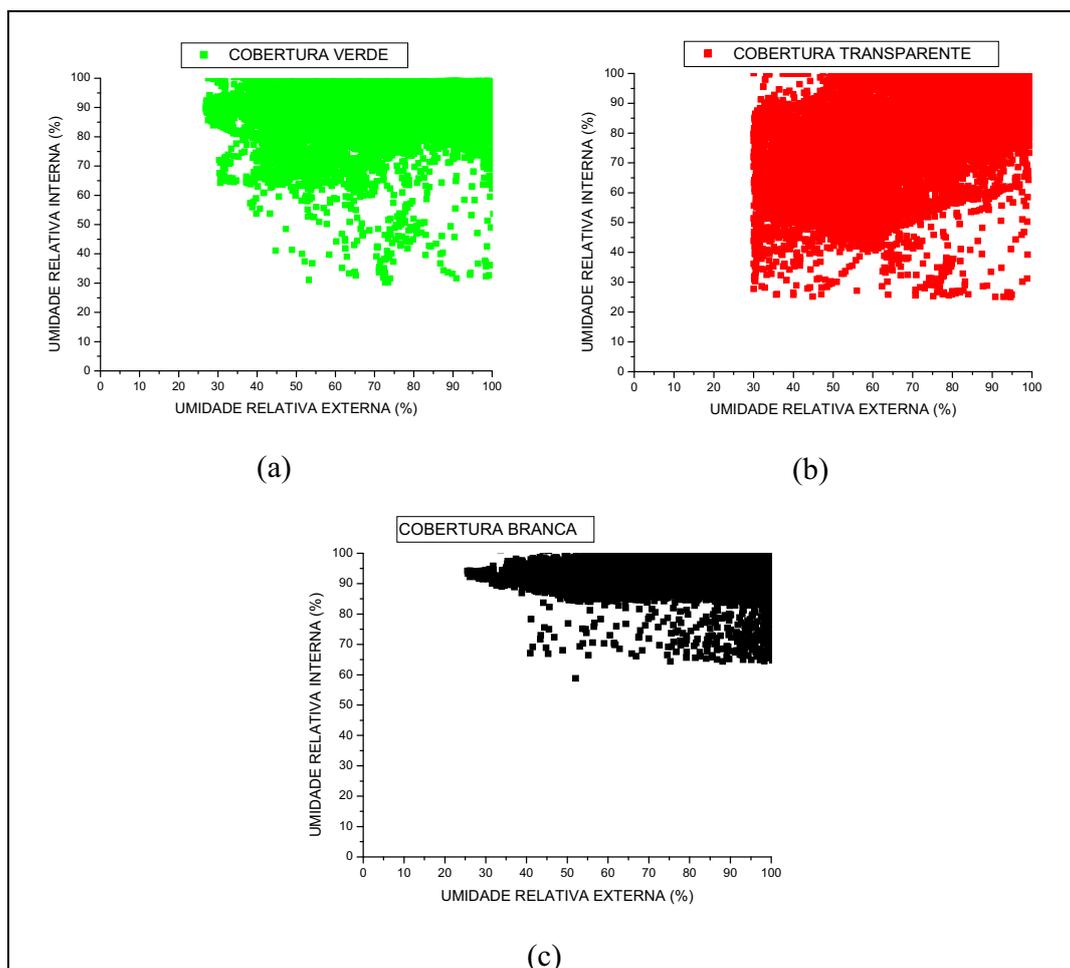


**Figura 27.** Valores diários da umidade relativa: (a) máxima, (b) mínima e (c) média para cada local de observação.

direta com os respectivos valores externos que pudesse ser considerada satisfatória. Assim sendo, optou-se por uma análise mais descritiva com a discussão sendo mais genérica.

A Figura 28 mostra a relação entre a umidade relativa externa e a interna para cada tipo de cobertura, em intervalos de cinco minutos ao longo do período experimental. Estes intervalos de tempo são suficientemente pequenos para que possamos considerar estes valores como sendo instantâneos.

O Quadro 6 mostra algumas estatísticas descritivas para a umidade relativa instantânea em cada cobertura e no meio externo.



**Figura 28.** Relação entre a umidade relativa externa e a interna, em intervalos de 5 minutos para as estufas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

**Quadro 6.** Estatísticas descritivas para a umidade relativa instantânea

	Local de Observação			
	Verde	Transparente	Branca	Exterior
<b>Média</b>	98,60	90,35	93,61	80,76
<b>Desvio Padrão</b>	6,18	15,46	6,16	18,33
<b>Erro Médio</b>	0,03	0,07	0,05	0,09
<b>Mínimo</b>	30,14	25,05	58,78	30,00
<b>Máximo</b>	101,99	101,92	101,98	101,70
<b>Amplitude</b>	71,85	76,87	43,20	71,70

Os valores de máximos maiores que 100% que aparecem no Quadro 6 são oriundos, no caso dos valores internos à estufas, do cálculo da umidade pela fórmula de Tétens (Vianello e Alves, 1997). Por outro lado, mesmo os valores externos, que foram medidos diretamente, apresentam valor maior que 100%. Estes valores estão dentro da faixa de erro esperada e, por isto, não foram descartados.

Como pode ser visto pela Figura 28 e pelo Quadro 6, a umidade relativa instantânea no meio externo apresentou valores que variaram de 30% a 100%. Independentemente desta variação, cada estufa apresentou uma faixa bem específica de umidades relativas, sendo que a cobertura branca foi a que apresentou a faixa de variação mais estreita, com valor mínimo de 58,78%. As coberturas transparente e verde e o meio exterior apresentaram faixas de variação semelhantes.

Estatísticas descritivas para os valores máximo, mínimo e médio diários da umidade relativa também foram calculadas, de forma análoga ao que foi feito para a temperatura. Os resultados destes cálculos são mostrados no Quadro 7.

Pelo Quadro 7, observa-se que muito embora não tenham sido feitos testes estatísticos, aparentemente, no interior da cobertura ocorreu um aumento no valor das máximas, médias, e mínimas diárias da umidade relativa do ar sendo maior o aumento à medida que se aumentou a transparência do meio. Tal fato pode ser atribuído ao maior poder evaporativo do ar, à medida que este aumentava de temperatura, em relação ao meio externo e a disponibilidade de água nos reservatórios.

**Quadro 7.** Estatísticas descritivas para umidades relativas máximas, mínimas e médias diárias, conforme o local de observação

	<b>Local de Observação</b>			
	<b>Verde</b>	<b>Transparente</b>	<b>Branca</b>	<b>Exterior</b>
<b>MÁXIMA Média</b>	98,79	98,18	99,44	97,39
<b>Desvio Padrão</b>	7,91	7,23	7,74	4,31
<b>Erro Médio</b>	0,90	0,55	0,28	0,23
<b>Mínimo</b>	69,24	77,56	90,30	83,00
<b>Máximo</b>	101,99	101,32	101,74	101,70
<b>Amplitude</b>	82,75	23,76	11,43	18,70
<b>MÍNIMA Média</b>	88,07	75,33	81,94	46,67
<b>Desvio Padrão</b>	14,59	16,46	17,49	13,09
<b>Erro Médio</b>	1,03	1,26	1,32	1,00
<b>Mínimo</b>	16,99	25,80	29,53	12,11
<b>Máximo</b>	101,84	98,54	99,75	98,00
<b>Amplitude</b>	84,85	72,74	70,22	85,89
<b>MÉDIA Média</b>	97,34	93,07	88,95	80,08
<b>Desvio Padrão</b>	10,58	11,87	10,38	6,96
<b>Erro Médio</b>	0,80	0,91	0,78	0,53
<b>Mínimo</b>	18,30	23,05	60,64	44,15
<b>Máximo</b>	101,28	101,15	101,86	99,71
<b>Amplitude</b>	82,98	78,10	41,22	55,56

Um aspecto interessante a se observar é a dispersão dos dados em torno das médias dos valores diários (medida pelo desvio padrão). A cobertura verde apresentou menor dispersão de dados em torno da média nos três casos (valores máximos, mínimos e médios diários). Além disto, nesta cobertura foram encontrados os valores médios de máxima, mínima e média mais próximos entre si.

Durante o experimento, se observou, freqüentemente, embora não tenha sido quantificada, a presença de condensação no teto de todas as estufas, porém, na estufa de cobertura branca a condensação chegava a molhar o piso e as baias, sob a ação do vento. Possivelmente, os valores altos de temperatura nesta cobertura provocaram alta

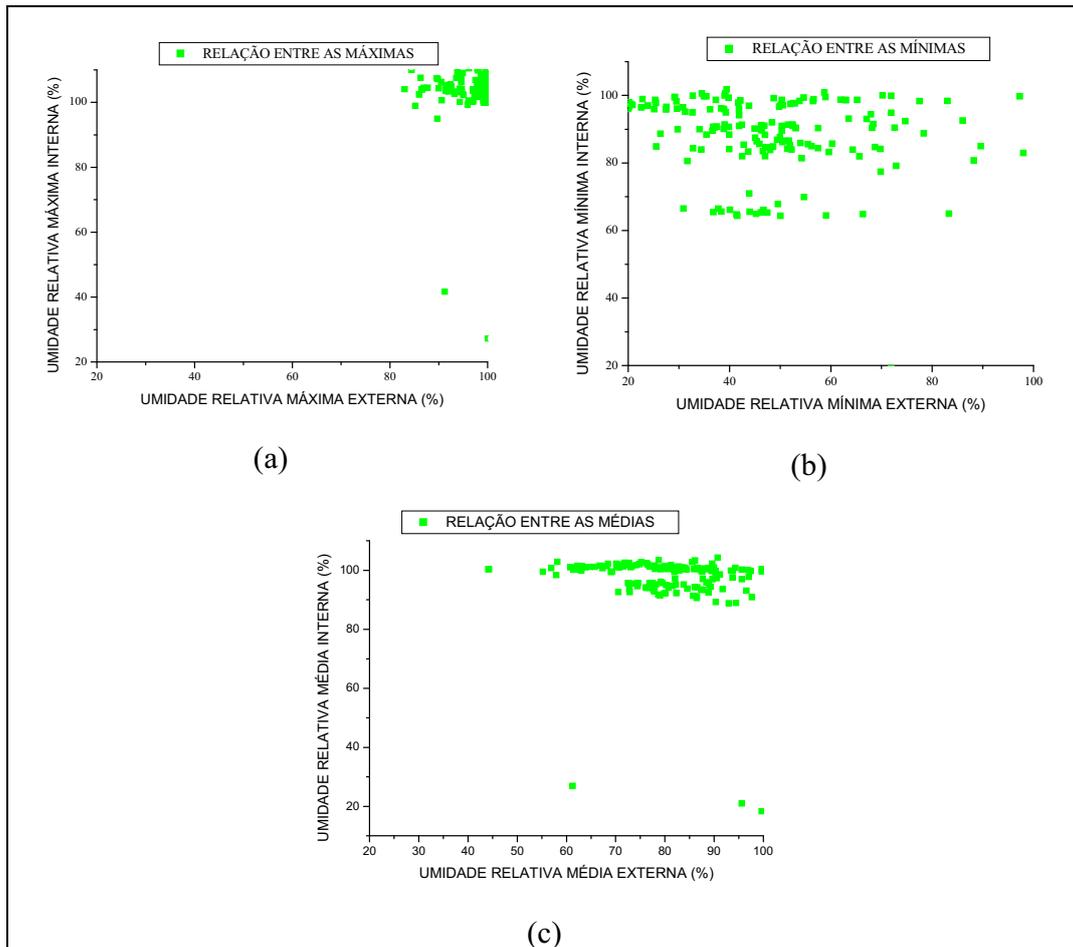
evaporação e, com a queda de temperatura mais acentuada, a condensação se tornou maior. O mesmo raciocínio pode ser aplicado às outras estufas. Talvez pela condensação se possa explicar a proximidade entre os valores médios das máximas, mínimas e médias diárias de umidade relativa dentro das estufas.

Ainda de forma análoga às temperaturas, procurou-se correlações objetivando verificar a possibilidade de se estimar os valores máximo, mínimo e médio diários da umidade relativa do ar a partir dos valores externos. As Figuras 29, 30 e 31 mostram estas relações para cada tipo de cobertura.

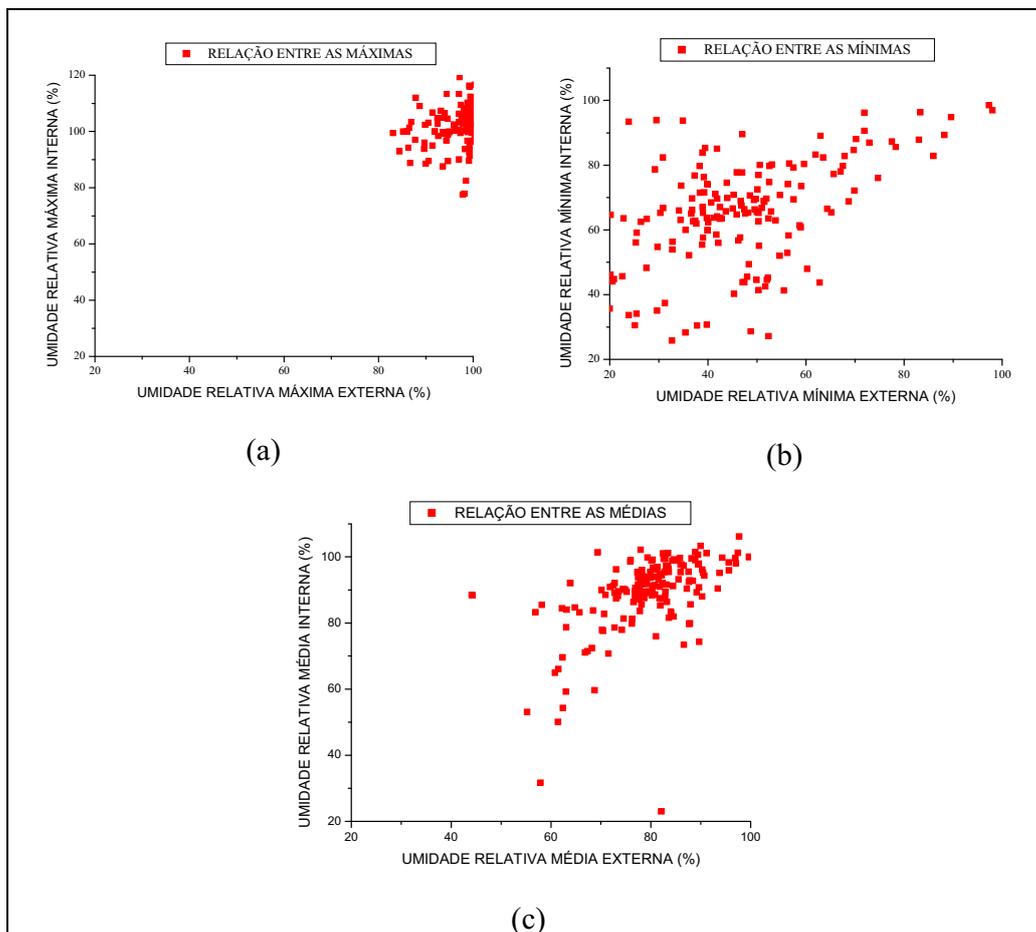
Pelas Figuras 29 a 31 vê-se que também não foi possível encontrar uma boa correlação linear entre valores máximos, médios e mínimos diários de umidade no ar nas estufas e seus correspondentes externos. Tal fato pode ser atribuído a total mudança nas características ambientais que ocorreu devido ao ambiente interno das estufas ser fechado e mais ainda, no interior das baias de criação existia um reservatório de água (próximo cerca de 0,5 metros do local de medição). Desta forma, sob o ponto de vista da umidade relativa do ar, o ambiente interno apresentou pouca relação com o externo.

A diversidade do ambiente interno das estufas, em relação ao exterior, fica destacada nas Figuras 32 a 34, onde se apresenta um diagrama de frequências para os horários da ocorrência dos valores máximos e mínimos da umidade relativa no interior das estufas e no exterior.

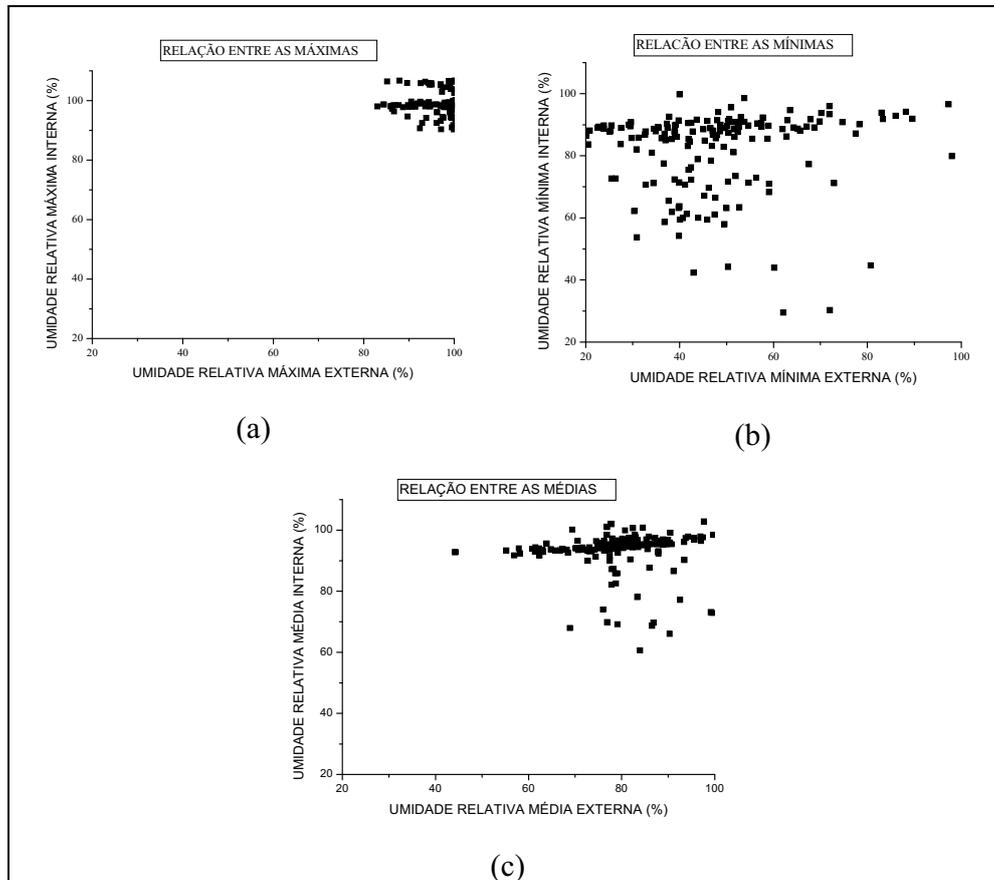
No Quadro 8 são mostrados os valores modais da umidade relativa máxima diária e da mínima diária.



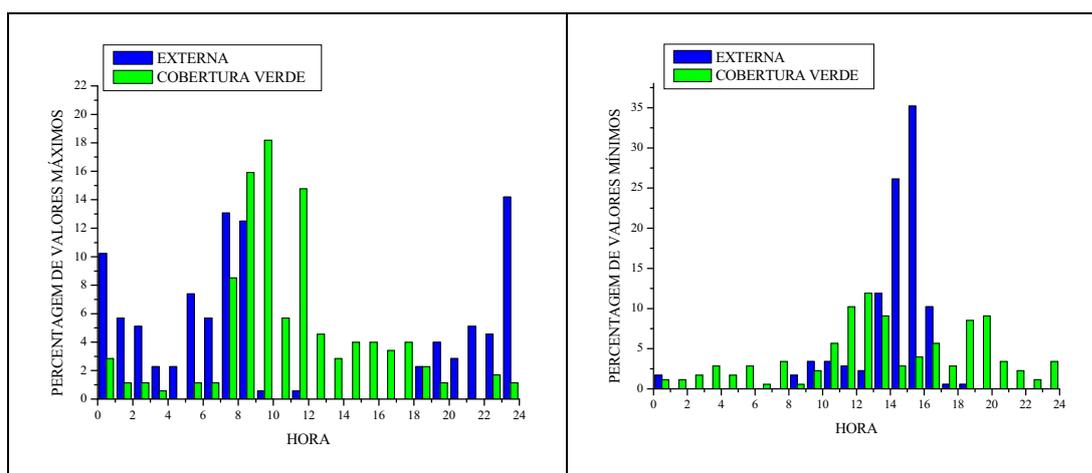
**Figura 29.** Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa verde.



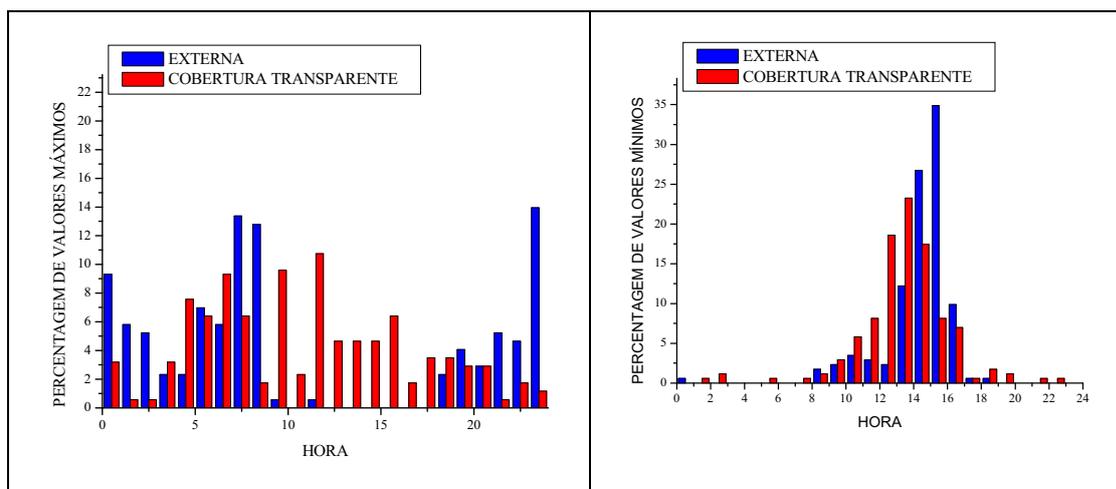
**Figura 30.** Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa transparente.



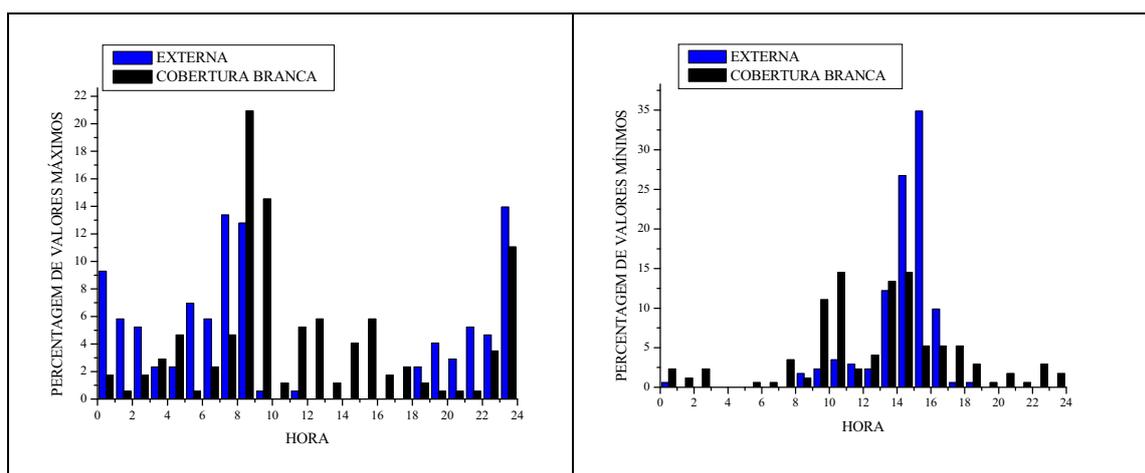
**Figura 31.** Relação entre as umidades relativas externas: (a) máxima, (b) mínima e (c) média diárias, e as, respectivas, internas para a estufa branca.



**Figura 32.** Distribuição de freqüências para os horários de umidade relativa do ar máximas e mínimas para a cobertura verde.



**Figura 33.** Distribuição de freqüências para os horários de umidade relativa máxima e mínima para a cobertura transparente.



**Figura 34.** Distribuição de freqüências para os horários de umidade relativa máxima e mínima para a cobertura branca.

**Quadro 8.** Valores modais da hora da umidade relativa máxima e mínima para cada local de observação

Temperatura	Local de Observação			
	Externa (h)	Verde (h)	Transparente (h)	Branca (h)
MÁXIMA	8:15	9:45	8:50	8:45
MÍNIMA	15:15	12:55	13:15	13:10

Como pode ser observado nas Figuras 32 a 34 e confirmado pelo Quadro 8 um dos efeitos da cobertura foi o de antecipar o horário dos valores mínimos de umidade e de atrasar o horário dos valores máximos. Esta é uma consequência direta da antecipação no horário de temperaturas máximas discutido no item 4.2.

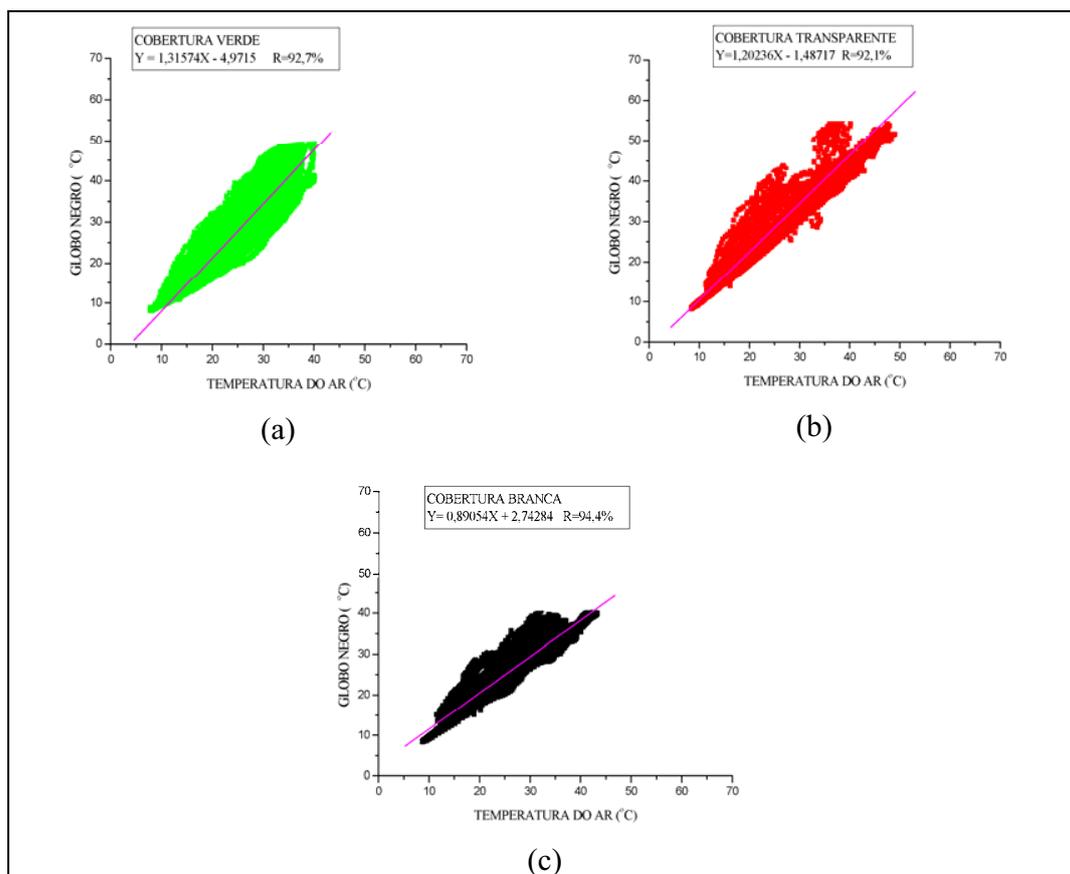
Outro efeito das coberturas (confirmado pelo Quadro 7, onde se observam maiores desvios e erros médios), foi o de aumentar a distribuição dos valores máximos diários de umidade relativa (Figuras 32 a 34) que passaram a ocorrer ao longo de todo o dia ao invés de se concentrarem no período noturno ou início da manhã, como no ambiente externo. Os valores mínimos também sofreram uma distribuição, porém em menor intensidade.

Embora a maior ocorrência de valores máximos seja à noite e no início da manhã, a ocorrência de máximas durante o dia pode ser explicada pelo fato do ar dentro das baías estar sempre bastante próximo da saturação, de forma que pequenas quedas de temperatura, neste caso, levam à condensação.

Esta modificação no ambiente precisa ser mais bem estudada, dado que o excesso de umidade implica, para a maioria das espécies, em desconforto térmico, podendo afetar as trocas de calor por evaporação, entre o animal e o meio.

#### **4.1.7. A Temperatura de Globo Negro**

A Figura 35 mostra a relação entre os valores instantâneos da temperatura de globo negro e da temperatura do ar dentro da baía em cada cobertura.



**Figura 35.** Relação entre os valores instantâneos da temperatura de globo negro e da temperatura do ar, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Os coeficientes de correlação encontrados (92,7 %; 92,1% e 94,4% para as baias nas coberturas verde, transparente e branca, respectivamente) mostram ser possível uma boa estimativa da temperatura de globo negro, a partir da temperatura do ar, nas baias no interior de qualquer das estufas.

Foram estabelecidos intervalos de confiança para os coeficientes linear e angular das equações de regressão em cada caso, pelo teste de t ao nível de 95% de probabilidade. Os valores inferiores e superiores de cada coeficiente, assim estimados, bem como os próprios coeficientes são mostrados no Quadro 9.

**Quadro 9.** Intervalos de confiança para os coeficientes linear e angular das equações de regressão entre a temperatura do ar e a de globo negro, pelo teste de t ao nível de 95% de probabilidade

<b>Cobertura</b>	<b>Coef. Angular</b>	<b>Coef. Linear</b>
<b>Verde</b>	1,10 até 1,53	-4,98 até -4,97
<b>Transparente</b>	0,95 até 1,45	-1,49 até -1,48
<b>Branca</b>	0,75 até 1,03	2,74 até 2,75

Pelos valores dos intervalos de confiança podemos observar que, ao nível de 95% de probabilidade, os coeficientes lineares das equações obtidas para as baias nas estufas com cobertura verde e transparente foram, virtualmente, os mesmos, ficando a diferença apenas no coeficiente linear. Por outro lado, no caso da baia que estava no interior da cobertura branca, embora o modelo linear continue valendo tanto o coeficiente linear como o angular foram totalmente diferentes das demais coberturas, a 95% de probabilidade. Estes resultados foram confirmados pela comparação entre os coeficientes lineares e angulares das equações através do teste de F a 5% de probabilidade e apontam para uma semelhança maior entre os ambientes internos das estufas transparente e verde.

De forma semelhante ao que se fez para as temperaturas do ar, água e piso, tentou-se correlações entre os valores máximos, mínimos e médios diários da temperatura do ar na baia com os respectivos valores da temperatura de globo negro. Os resultados destas análises são mostrados no Quadro 10.

**Quadro 10.** Equações de regressão linear entre as temperaturas máxima, média e mínima do ar (X) e suas correspondentes de globo negro (Y)

<b>Cobertura</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Equação</b>	<b>R(%)</b>
<b>Verde</b>	<b>MÁXIMA</b>	$Y = 0,87142X + 14,41893$	89,20
	<b>MÉDIA</b>	$Y = 1,08077X + 0,07424$	96,25
	<b>MÍNIMA</b>	$Y = 0,84708X + 1,83762$	59,46
<b>Transparente</b>	<b>MÁXIMA</b>	$Y = 0,91796X + 10,27988$	82,13
	<b>MÉDIA</b>	$Y = 1,17373X - 2,4419$	98,61
	<b>MÍNIMA</b>	$Y = 1,09597X - 0,32361$	60,68
<b>Branca</b>	<b>MÁXIMA</b>	$Y = 0,80956X + 5,56009$	86,55
	<b>MÉDIA</b>	$Y = 0,95755X + 0,82536$	95,49
	<b>MÍNIMA</b>	$Y = 1,033X + 0,23847$	54,01

Observou-se uma melhoria na correlação no caso dos valores médios, em relação aos valores instantâneos. Porém, a correlação piorou, em relação aos valores instantâneos, quando se procurou estimar as temperaturas de globo negro máximas e mínimas, a partir dos valores máximos e mínimos da temperatura do ar. A diminuição no valor do coeficiente de correlação nestes dois últimos casos pode, provavelmente, ser atribuída a diferenças no horário de ocorrência dos valores máximos e mínimos.

O Quadro 11 mostra a hora modal de ocorrência dos valores máximos e mínimos da temperatura de globo negro em cada tipo de cobertura.

**Quadro 11.** Hora modal de ocorrência dos valores máximos e mínimos da temperatura de globo negro em cada tipo de cobertura

<b>Temperatura</b>	<b>Hora modal de ocorrência segundo o local de observação</b>		
	<b>Verde (h)</b>	<b>Transparente (h)</b>	<b>Branca (h)</b>
<b>MÁXIMA</b>	14:20	13:50	14:15
<b>MÍNIMA</b>	23:55	23:55	23:55

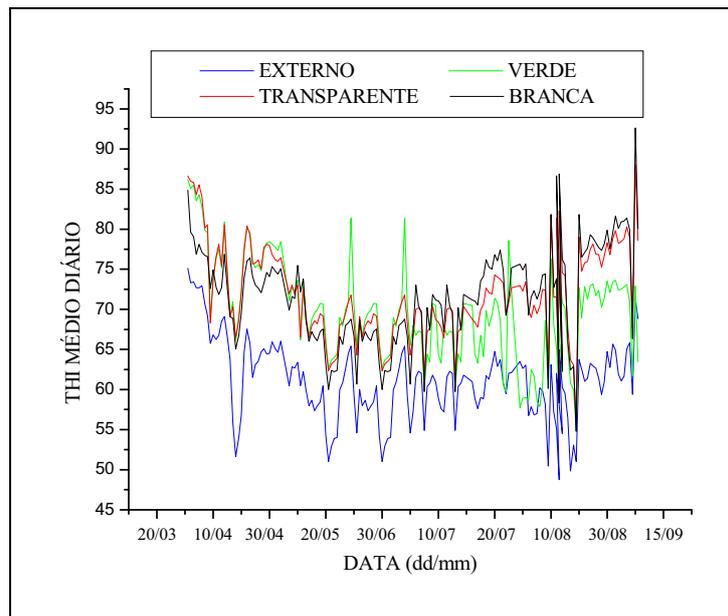
Uma comparação entre os valores do Quadro 11 e os mostrados no Quadro 3, confirma que os horários de máxima de globo negro ocorreram antes dos

horários de máxima da temperatura do ar (1 hora, 50 minutos e 30 minutos, para a cobertura verde, transparente e branca, respectivamente. Um aspecto interessante a se observar foi o horário modal de ocorrência dos valores mínimos de temperatura de globo negro (23 horas e 55 minutos) totalmente contrastante com a tendência a temperaturas mínimas do ar de ocorrerem no início da manhã, não encontrou-se na literatura valores para comparação, porém, pode-se levantar a hipótese de que, a partir do pôr-do-sol, as paredes da baia começam a diminuir o potencial de emissão de calor, atingindo o equilíbrio com o ar em torno a meia noite, o que justificaria os valores mínimos da temperatura de globo negro. Contudo, o fenômeno merece maiores estudos.

#### **4.1.8. O Índice de Temperatura e Umidade (THI)**

A Figura 36 mostra os valores médios diários do THI, o longo do período experimental, para as três coberturas e para o meio exterior.

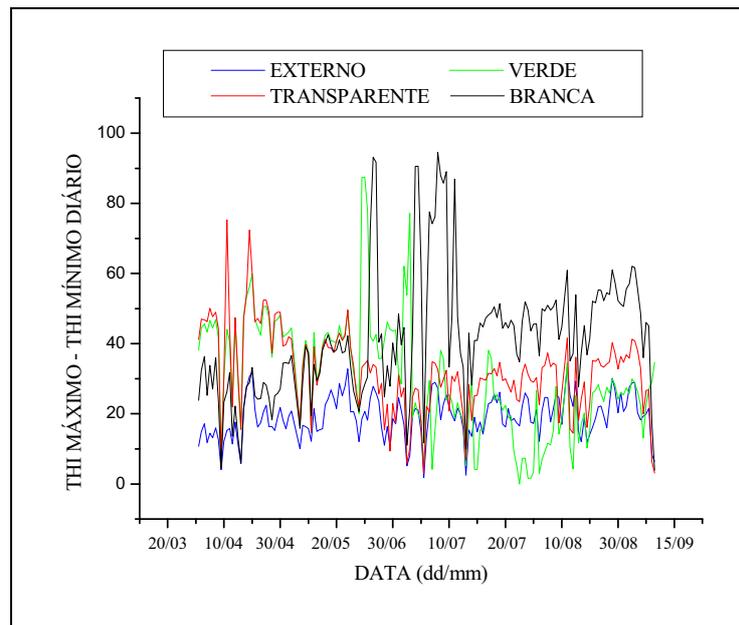
Observaram-se valores médios de THI, nas três coberturas, sempre superiores aos valores do ambiente externo. Numa comparação entre as três coberturas notou-se que, no início do período experimental, os valores de THI médio foram muito próximos, com os valores maiores ocorrendo na estufa transparente, a seguir ocorre um período em que a estufa verde apresenta maiores valores e, num último período, a estufa branca é que apresentou os maiores valores médios de THI, e a estufa verde os menores. No item 5.2, estes valores estão correlacionados com o desempenho dos animais.



**Figura 36.** Valores médios diários do THI, o longo do período experimental, para as três coberturas e para o meio exterior.

Pela Figura 36, fica claro, que ocorreram mudanças nas características médias do ambiente nas estufas, no que se refere à temperatura e umidade relativa do ar, em consequência das mudanças nas condições ambientais externas.

A Figura 37, mostra a amplitude (diferença entre o valor máximo e o mínimo) do THI diário, nas três coberturas e no ambiente externo. Observou-se que o ambiente externo, na maioria dos casos apresentou os menores valores de amplitude diária, exceto em alguns dias, na parte final do experimento, em que a estufa com cobertura verde apresentou os menores valores.

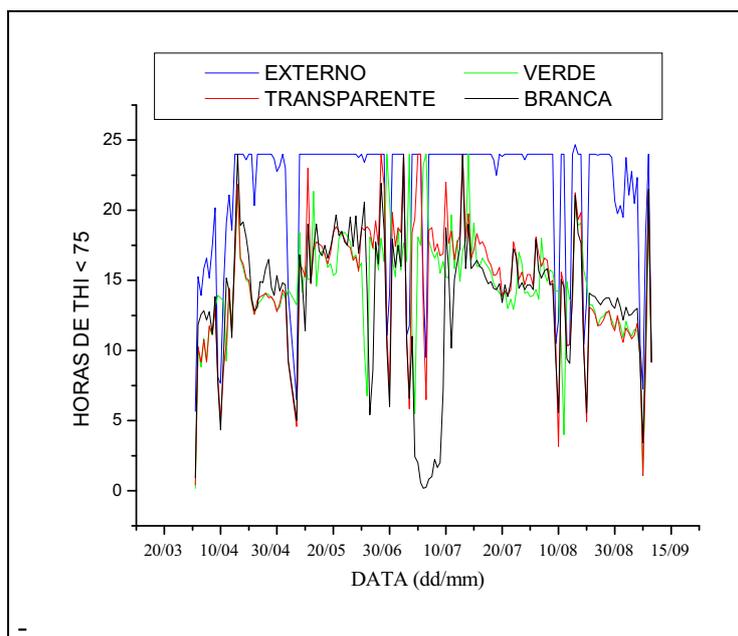


**Figura 37.** Valores de amplitude diária do THI, o longo do período experimental, para as três coberturas e para o meio exterior.

Pela Figura 37, observa-se que, no terço inicial do experimento as coberturas verde e transparente apresentaram maiores amplitudes de THI e que, a partir daí, os valores da amplitude do THI na estufa branca aumentam e passam a ser os maiores até o final do experimento.

A Figura 38 mostra o número de horas diárias em que o THI esteve inferior a 75 em cada cobertura e no ambiente externo.

Observou-se que, durante 106 dias do período total do experimento (162 dias), o THI externo esteve menor que 75 durante todo o dia. Realmente, no ambiente externo, no período de fim de outono até fim de inverno, não se esperava encontrar condições de valores de THI. Por outro lado, no interior das estufas, apenas durante poucos dias tivemos condições de 24 horas sem condições de altos valores de THI (4 dias, 6 dias e 3 dias, para as estufas verde, transparente e branca, nesta ordem).



**Figura 38.** Número de horas diárias em que o THI esteve inferior a 75 em cada cobertura e no ambiente externo.

No total de 3864 horas de medição de THI, período no qual tivemos 3474 horas (89,9%) sem valores altos de THI no meio externo, para as coberturas verde, transparente e branca, estes valores foram de 2380; 2395 e 2199 horas, respectivamente, representando, 61,6%; 62,0% e 56,9% do total, pela ordem. Estes resultados mostram que, em termos do THI, as três estufas foram semelhantes em número de horas de conforto.

Na busca de equações de regressão para relacionar os valores diários máximo, mínimo e médio externos com os respectivos internos, os coeficientes de correlação encontrados foram relativamente baixos, em relação aos modelos ajustados para as outras variáveis.

O Quadro 12 mostra as equações e os coeficientes de correlação encontrados em cada caso.

**Quadro 12.** Equações de regressão linear entre os valores máximos, mínimos e médios diários externos (X) e os internos (Y), conforme o tipo de cobertura

<b>Cobertura</b>	<b>THI</b>	<b>Equação</b>	<b>R(%)</b>
<b>Verde</b>	<b>MÁXIMAS</b>	$Y = 1,12968X + 7,11594$	37,52
	<b>MÍNIMAS</b>	$Y = 0,65083X + 23,76195$	55,34
	<b>MÉDIAS</b>	$Y = 0,97045X + 10,51716$	76,44
<b>Transparente</b>	<b>MÁXIMAS</b>	$Y = 1,89386X - 44,5042$	78,66
	<b>MÍNIMAS</b>	$Y = 0,717X + 21,32165$	75,25
	<b>MÉDIAS</b>	$Y = 1,02607X + 9,3178$	86,28
<b>Branca</b>	<b>MÁXIMAS</b>	$Y = 1,21259X + 10,28741$	47,96
	<b>MÍNIMAS</b>	$Y = 0,98673X + 3,82148$	64,58
	<b>MÉDIAS</b>	$Y = 0,94089X + 14,21972$	74,63

Os baixos valores encontrados para os coeficientes de correlação podem, provavelmente, ter ocorrido em função da umidade que, como mostrado no item 4.1.5, não apresentou boas correlações entre valores internos e externos, uma vez que a umidade é um dos componentes do THI.

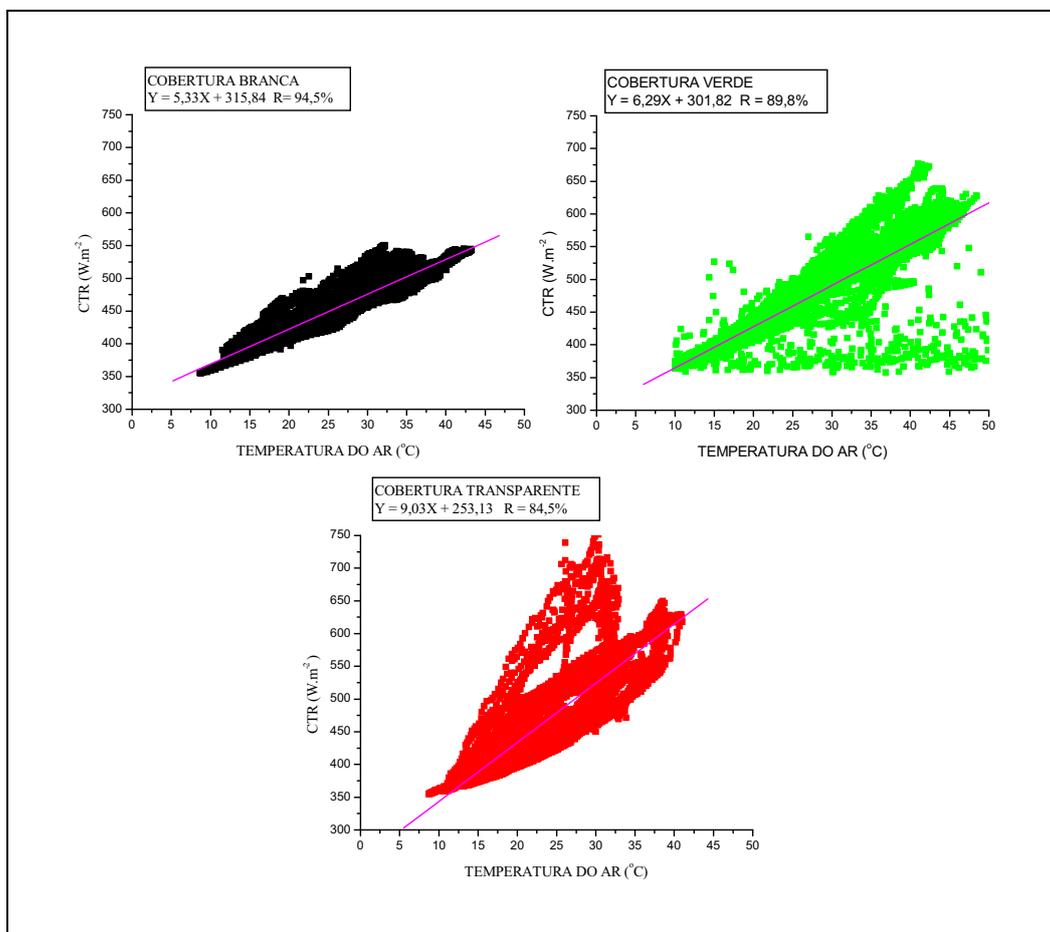
#### 4.1.9. A Carga Térmica Radiante ( CTR)

A Figura 39 mostra a relação entre a CTR e a temperatura do ar para cada uma das coberturas e a respectiva equação de regressão.

Os coeficientes de correlação encontrados foram 94,5%; 84,5% e 89,8%, para as coberturas branca, transparente e verde, respectivamente. Estes coeficientes podem ser considerados bons e se aproximam dos encontrados para outras variáveis aqui analisadas.

Um aspecto a observar é a maior dispersão dos pontos nas coberturas verde e transparente. As hipóteses para justificar tais dispersões são as mesmas

feitas no item 4.1.6, uma vez que a CTR tem como fator principal na sua geração, a temperatura de globo negro.

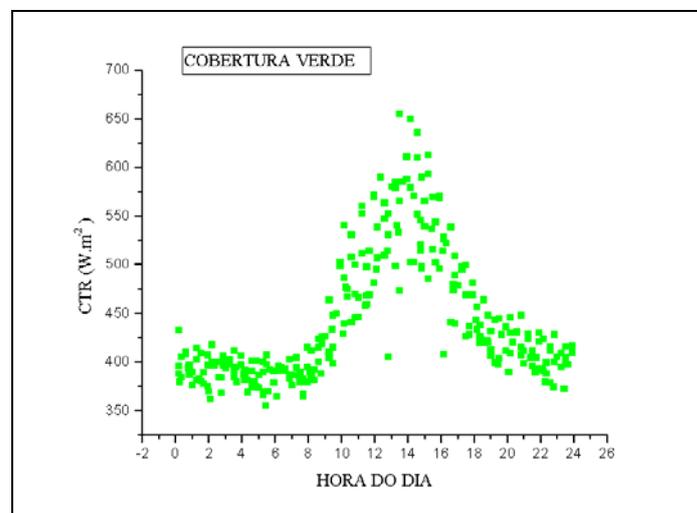


**Figura 39.** Relação entre a CTR e a temperatura do ar para cada uma das coberturas com a respectiva equação de regressão.

Na Figura 40 temos uma amostra dos valores instantâneos da CTR, na cobertura verde, que nos permitem avaliar sua evolução, ao longo do dia.

Observou-se que o horário de CTR mínimo coincidiu, em todos os casos com o horário da temperatura mínima. Tal ocorrência era esperada, uma vez que, na ausência de radiação solar, a predominância é de trocas na faixa de ondas longas, sendo

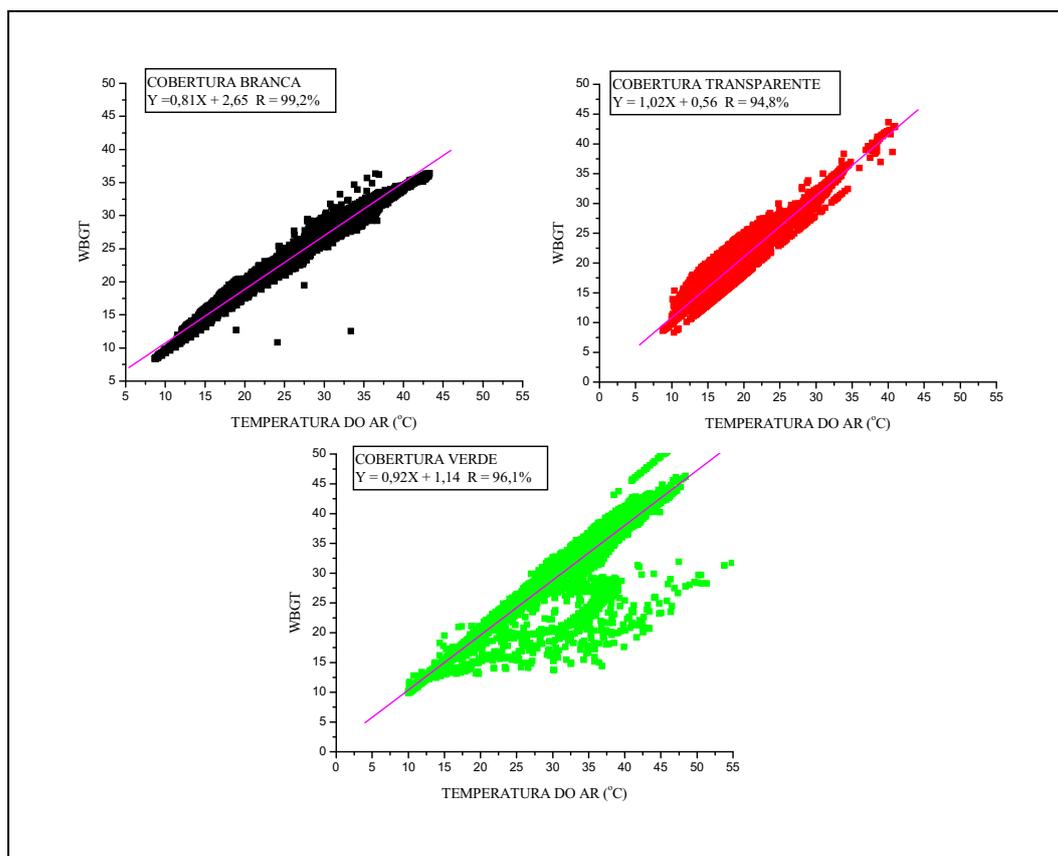
regida, portanto, pela Lei de Stefan-Boltzmann. Por outro lado, os valores de CTR máximo estiveram sempre um pouco adiantados em relação ao horário de temperatura máxima diária (5, 10 e 15 minutos, para as coberturas branca, transparente e verde, respectivamente) o que pode ser explicado pelo fato de que, na presença de radiação solar, a carga de energia radiante, principalmente devido à inércia térmica e a evaporação da água, leva algum tempo para se converter em calor sensível.



**Figura 40.** Uma amostra de valores instantâneos de CTR, para a cobertura verde.

#### 4.1.10. O Índice de Termômetro de Globo (WBGT)

A Figura 41 mostra a relação entre o WBGT e a temperatura do ar para cada uma das coberturas e a respectiva equação de regressão.

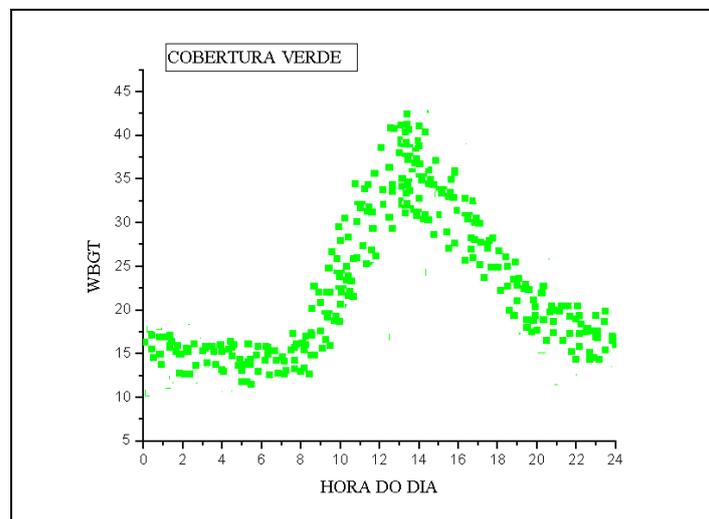


**Figura 41.** Relação entre o WBGT e a temperatura do ar para cada uma das coberturas com a respectiva equação de regressão.

Os coeficientes de correlação encontrados foram 99,2%; 94,8% e 96,1%, para as coberturas branca, transparente e verde, respectivamente. Estes coeficientes relativamente altos podem ser explicados, pelo fato da temperatura do ar ser um dos componentes do WBGT, junto com a temperatura de globo negro, esta última altamente correlacionada com a primeira.

Encontrou-se que os horários dos valores máximos e mínimos de WGTB foram os mesmos das correspondentes temperaturas do ar. Confirmando a origem das boas correlações.

Na Figura 42 temos uma amostra dos valores instantâneos do WGTB, na cobertura verde, que nos permitem avaliar sua evolução, ao longo do dia. Observa-se certa semelhança entre as Figuras 40 e 42, com a diferença que esta última apresenta valores menos dispersos, indicando uma maior homogeneidade nos valores, ao longo do período. Não se observa, na Figura 42 a presença de pontos isolados, que fujam da tendência geral, o que ocorre na Figura 41. Este tipo de evolução dos dados, possivelmente também contribuiu para os altos coeficientes de correlação encontrados.

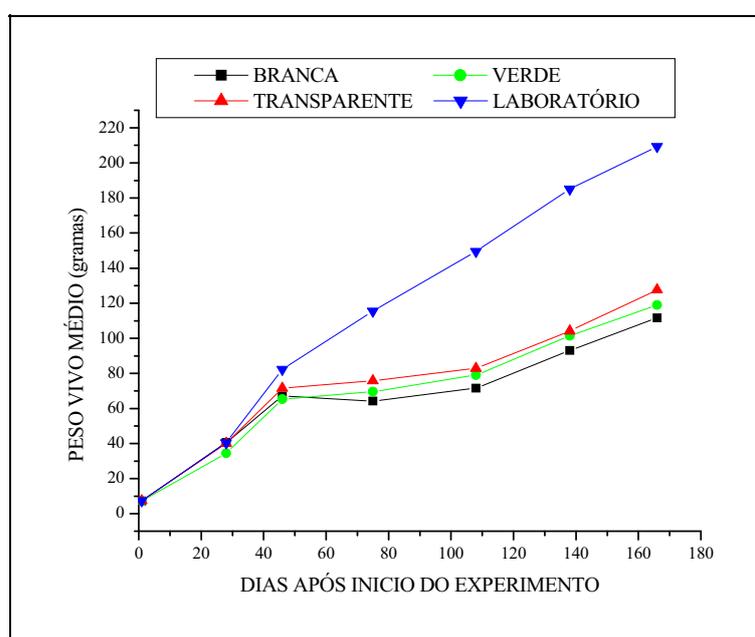


**Figura 42.** Uma amostra de valores instantâneos de WGTB, para a cobertura verde.

## 4.2. Desempenho dos Animais

### 4.2.1 Peso Vivo

A Figura 43 mostra os dados de peso médio (gramas) para todos os tratamentos durante o período experimental. Observa-se que até a terceira pesagem no final de abril de 1999 todos os tratamentos apresentavam pesos similares. A partir deste momento os animais do laboratório (sob condições ambientais relativamente controladas) se destacam em relação aos demais animais mantidos em estufas com cobertura de polietileno.



**Figura 43.** Perfil médio do peso vivo médio (gramas) dos animais em função do momento de avaliação.

A análise de perfil multivariada realizada, não rejeitou a hipótese de paralelismo dos perfis quando testada pela porcentagem mais alta da distribuição da maior raiz característica de matrizes randômicas, ao nível de 1% de probabilidade. Prosseguiu-se, então a análise testando, pela distribuição F, a hipótese de perfis coincidentes, tendo esta sido rejeitada ao nível de 1% de probabilidade, indicando que os perfis, embora análogos não puderam ser

considerados coincidentes. Dando seqüência à análise, estabeleceu-se intervalos de confiança para os contrastes entre grupos, o Quadro 13 mostra um resumo destas análises.

**Quadro 13.** Resumo da análise de perfil multivariada aplicada ao peso vivo dos animais

<b>ANÁLISE</b>	<b>RESULTADO</b>		<b>CONCLUSÃO</b>	
Teste de paralelismo dos perfis, quatro grupos sete momentos.	Raiz característica da matriz $HE^{-1}$ : $\theta_1 = 0,084985$ Valor tabelado $\chi_{0,01;3;1;197} \approx 2,25$		Não foi possível, ao nível de 1% de probabilidade, constatar a existência de interação significativa.	
Teste de coincidência dos perfis	SQT =	7803014,4	Rejeita-se ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F a hipótese dos perfis serem coincidentes	
	SQRes =	11627824		
	QMRES =	28997,067		
	F =	89,698893		
	$F_{0,01;3;401} =$	3,8307917		
Intervalo de confiança para o contraste entre dois grupos a 99% de probabilidade pelo teste de Scheffé	<b>CONTRASTE</b>	<b>LIMITES DO INTERVALO</b>		
	<b>VERDE-BRANCA =</b>	<b>SUPERIOR</b>	<b>INFERIOR</b>	<b>Não diferem</b>
	<b>TRANSP-BRANCA =</b>	92,987	-53,513	<b>Não diferem</b>
	<b>LAB-BRANCA =</b>	128,060	-19,689	<b>Não diferem</b>
	<b>TRANSP-VERDE =</b>	407,850	260,099	<b>Diferem</b>
	<b>LAB-VERDE =</b>	108,324	-39,426	<b>Diferem</b>
	<b>LAB-TRANSP =</b>	388,114	240,363	<b>Não diferem</b>
		353,665	205,914	<b>Diferem</b>
				<b>Diferem</b>

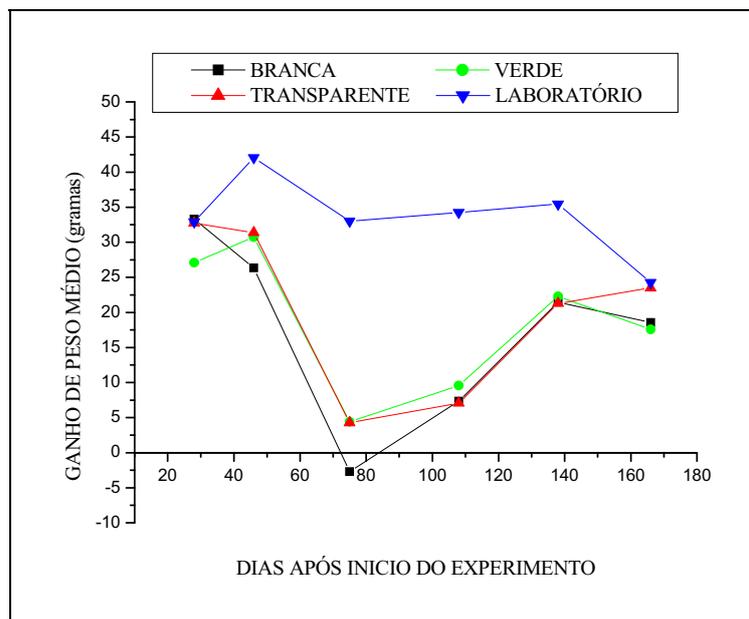
Pelo Quadro 13 observa-se pelos perfis, que não se conseguiu detectar diferença no ganho de peso médio entre as coberturas de polietileno e que o tratamento controle (laboratório) diferiu de todos os outros ao nível de 1% de probabilidade.

Também se testou o efeito dos momentos para o conjunto dos grupos sendo que, como era de se esperar, todos os contrastes entre momentos foram significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F. Esta última análise apenas complementou o teste, uma vez que a inexistência de interação implicaria em estabilização do crescimento ou perda de peso muito significativa.

Possivelmente, a razão para não se ter detectado diferenças estatísticas entre os perfis, está nos três primeiros dados de pesagem, quando as condições ambientais estavam relativamente boas em todas as coberturas; observando-se médias das mínimas em torno de  $17,0^{\circ}\text{C}$  e das médias de  $25,0^{\circ}\text{C}$  para as três estufas, e média das máximas de  $38,0^{\circ}\text{C}$  para a estufa branca e  $45,0^{\circ}\text{C}$  para as estufas transparente e verde. Porém, quando o fator climático passou a ser evidenciado observou-se sempre maiores valores de peso vivo para a estufa transparente do que para a verde e esta valores maiores do que a branca, a partir da quarta pesagem (75 dias de experimento); registrando-se médias das mínimas em torno de  $12,0^{\circ}\text{C}$  e das médias de  $21,0^{\circ}\text{C}$  para as três estufas, e média das máximas de  $35,0^{\circ}\text{C}$  para a estufa branca e de  $43,0^{\circ}\text{C}$  e  $45,0^{\circ}\text{C}$  para as estufas transparente e verde, respectivamente.

#### **4.2.2. Ganho de Peso**

A Figura 44 mostra o ganho de peso médio por tratamento durante o experimento.



**Figura 44.** Perfil médio do ganho de peso médio (gramas) em função do momento de avaliação.

Os valores desta variável apresentaram um pico durante a primeira fase experimental, no período subsequente ocorre perda de peso sendo esta mais reduzida nos animais de laboratório. Esta perda coincide com a entrada do período de dias mais frios; podendo ser atribuída, possivelmente ao período de adaptação dos animais. Observa-se que no quinto momento de avaliação o ganho apresenta incremento em seus valores, coincidindo este aumento com o fim do inverno. Observou-se, ainda, que após o período de perda de peso, inicial, os animais criados nas estufas apresentaram taxas de ganho de peso (recuperação) maiores que os do laboratório. Está é uma característica que normalmente ocorre no período pós-estresse, colaborando com a hipótese desta ter sido a causa da perda de peso.

De forma semelhante ao peso vivo, foi conduzida uma análise de perfil multivariada tomando os quatro tratamentos e o ganho de peso (seis momentos). Alguns resultados desta análise estão no Quadro 14.

**Quadro 14.** Resumo da análise de perfil multivariada aplicada ao ganho de peso dos animais

<b>ANÁLISE</b>	<b>RESULTADO</b>		<b>CONCLUSÃO</b>	
Teste de paralelismo dos perfis, quatro grupos seis momentos.	Raiz característica da matriz $HE^{-1}$ : $\theta_1 = 0,11024035$ Valor tabelado $\chi_{0,01;3;1;197} \approx 1,75$		Não foi possível, ao nível de 1% de probabilidade, constatar a existência de interação significativa.	
Teste de coincidência dos perfis	SQT =	656585,1316	Rejeita-se ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F a hipótese dos perfis serem coincidentes	
	SQRes =	1250606,902		
	QMRES =	3118,720454		
	F =	70,1767644		
	$F_{0,01;3;401} =$	26,15433914		
Intervalo de confiança para o contraste entre dois grupos a 99% de probabilidade pelo teste de Scheffé	<b>LIMITES DO INTERVALO</b>			
	<b>CONTRASTE</b>	<b>SUPERIOR</b>	<b>INFERIOR</b>	
	<b>VERDE-BRANCA =</b>	31,386088	-16,65922	<b>Não diferem</b>
	<b>TRANSP-BRANCA =</b>	15,945004	15,945004	<b>Diferem</b>
	<b>LAB-BRANCA =</b>	97,630715	97,630715	<b>Diferem</b>
	<b>TRANSP-VERDE =</b>	8,5815701	8,5815701	<b>Diferem</b>
	<b>LAB-VERDE =</b>	90,26728		<b>Diferem</b>
	<b>LAB-TRANSP =</b>	1 90,267281		<b>Diferem</b>
		81,685711	81,685711	<b>Diferem</b>

Observa-se, pelo quadro 14 que apenas para o contraste entre a cobertura verde e a branca, não foi possível detectar diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade (também não seria detectada a 5%), pelo teste de F. A diferença entre os contrastes foi significativa em todos os outros casos.

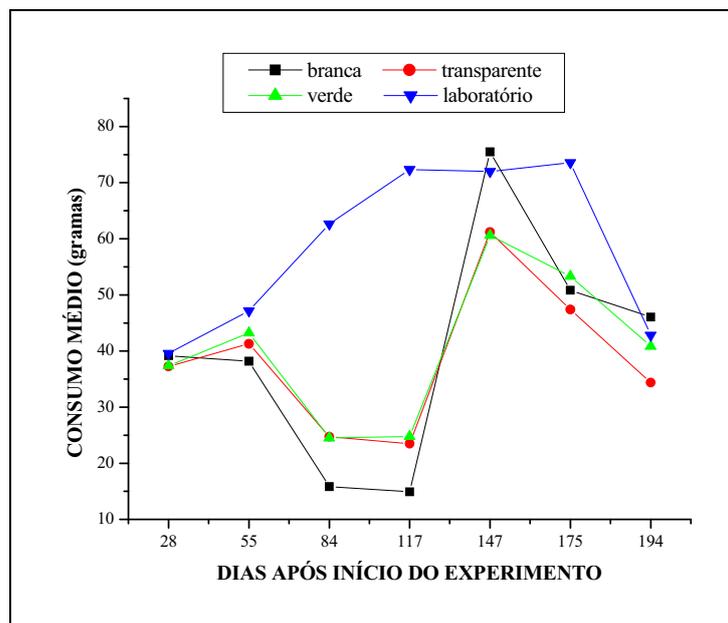
A análise também foi conduzida de forma a se testar a hipótese de não existência de diferença entre os momentos, para o conjunto dos tratamentos. Contudo, para o caso do ganho de peso, rejeitou-se a hipótese (ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de

F), evidenciando diferença entre os momentos. A construção de intervalos de confiança ao nível de 99% de probabilidade, pelo teste de Scheffé, apontou como único contraste onde não se detectou diferença aquele que utilizou os dados entre o primeiro e segundo momentos. Todos os demais contrastes diferiram entre si, ao nível de 99% de probabilidade pelo teste de Scheffé. Possivelmente a razão para não se ter encontrado diferença entre o primeiro e o segundo momento, no que se refere ao ganho de peso pode ser, como discutido anteriormente, o fato das condições ambientais, no início do experimento serem relativamente favoráveis, em todos os tratamentos.

#### **4.2.3. Consumo de Ração**

Os animais do grupo controle (laboratório) apresentaram consumos médios de ração crescentes ao longo do experimento, exceto no período final do experimento, como pode ser visto na Figura 45 que mostra estes resultados.

O Quadro 15, mostra a média e o desvio padrão do consumo de ração (gramas) por animal durante os momentos de avaliação.



**Figura 45.** Consumo médio de ração ao longo do período experimental.

**Quadro 15.** Média e desvio padrão do consumo de ração (gramas) por animal durante os momentos de avaliação

Momento	Grupos de estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	39,18±2,24	37,25±3,86	37,38±4,43	39,58±2,62
<b>M<sub>2</sub></b>	38,19±5,29	41,28±5,00	43,23±3,45	47,17±2,64
<b>M<sub>3</sub></b>	15,82±1,85	24,75±3,52	24,53±1,54	62,64±5,92
<b>M<sub>4</sub></b>	14,92±3,63	23,48±3,41	24,80±4,12	72,34±7,48
<b>M<sub>5</sub></b>	75,47±7,09	61,18±5,60	60,57±6,42	72,00±6,04
<b>M<sub>6</sub></b>	50,86±2,05	47,38±7,86	53,34±6,07	73,60±13,45
<b>M<sub>7</sub></b>	46,05±7,64	34,37±7,73	40,83±3,61	42,82±6,34

Pelo Quadro 15, observa-se que os animais mantidos em estufa apresentaram um padrão de consumo similar entre si ao longo do período experimental. Os dados de consumo de ração justificam os ganhos irregulares apresentados ao longo do experimento e devem estar relacionados com as baixas temperaturas do ar registradas durante

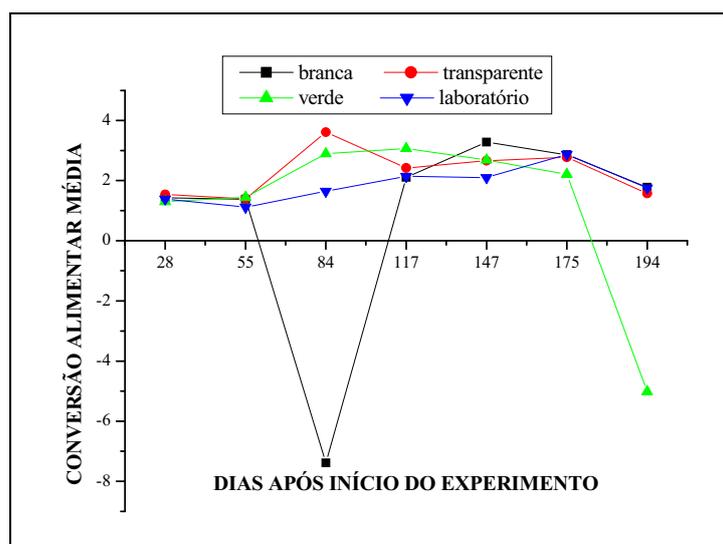
o período experimental, que se sabe inibe o metabolismo animal, retardando o crescimento e as demais componentes do desempenho.

#### **4.2.4. Conversão Alimentar**

Na experimentação ou pesquisa animal, a norma é medir o desempenho nutricional, avaliando as variáveis consumo de ração ( $x$ ) e transformação animal ( $y$ ). Embora essas variáveis sejam isoladamente importantes, a interdependência entre elas levou os nutricionistas à definição de uma medida de desempenho nutricional, que é uma combinação não linear entre ambas, denominada de conversão alimentar ( $CA$ ) =  $x / y$ . Essa definição tem o inconveniente zootécnico de não se aplicar aos casos eventuais que possam ocorrer em certos tipos de experimento em que  $x = 0$  ou  $y \leq 0$ . Outro procedimento recomendado na análise de experimentos que envolvem variáveis aleatórias contínuas, medidas na mesma unidade experimental e mutuamente correlacionadas, é o de pressupor a multinormalidade e então realizar uma análise multivariada. Nas pesquisas de nutrição e alimentação animal este procedimento, como regra geral, ainda não teve adoção (Guidoni, 1994).

Os dados de conversão alimentar encontrados em nosso experimento (Figura 46) apresentam a inconveniência zootécnica comentada anteriormente para os animais mantidos em estufa de polietileno de cor branca e verde. Os resultados ruins apresentados pela estufa branca durante o terceiro momento de avaliação podem ser explicados pelas baixas temperaturas do ar e da água que inibiram o consumo e conseqüentemente o ganho. O fato

contrário sucedeu aos animais da estufa com cobertura de cor verde na fase final do experimento quando se registrou elevadas temperaturas do ar dentro desta estufa, mesmo adotando-se como manejo de rotina (a fim de garantir a sobrevivência dos animais expostos a temperaturas do ar superiores a  $50,0^{\circ}\text{C}$ ) o esgotamento dos tanques no período da tarde para a troca da água dentro das baias das estufas; observando-se que os animais procuravam mais manter sua termorregulação através do uso da sombra e da água do que visitar o cocho, o que pode ter ocasionado as perdas de peso e os baixos consumo de ração, gerando assim conversões alimentares negativas.



**Figura 46.** Conversão alimentar média durante o período experimental.

#### 4.2.5. Rendimento de Carcaça

O Quadro 16 apresenta a média e os desvios padrão do peso vivo dos animais (de acordo com o sexo) separados para análise do rendimento de carcaça. Embora, numericamente tenha-se observado que em todos os tratamentos, o peso vivo dos machos foi superior ao das fêmeas o teste estatístico não detectou diferença no peso vivo entre machos e fêmeas do mesmo tratamento. Também não foi significativa a interação entre tratamento e sexo.

**Quadro 16.** Média e desvio padrão do peso vivo dos animais submetidos ao rendimento de carcaça

Sexo	Grupos de estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>Macho</b>	152,877±78,55a	159,790±41,60a	118,160±23,11a	244,413±17,23b
<b>Fêmea</b>	131,877±32,07c	117,810±18,72c	98,900±30,15c	223,597±15,90d
<b>Geral</b>	138,272±64,30e	131,441±52,69e	108,370±42,87e	237,472±21,08f

Independentemente do sexo, os animais do grupo controle (laboratório) mostraram valores de peso vivo superiores aos animais mantidos em estufa ( $P < 0,05$ ); nos animais das estufas, as médias dos tratamentos não diferiram entre si significativamente no nível de 5% de probabilidade. Estes resultados, embora concordantes, não devem ser comparados com os do peso vivo analisados no item 4.2.1 porque o momento de coleta é posterior àqueles.

Embora a estatística não tenha encontrado diferenças entre o peso vivo dos animais mantidos nas estufas é interessante observar a tendência de recuperação para os

animais mantidos na estufa de cobertura de polietileno branca o que poderia ser explicado pela melhoria das condições ambientais a que estes animais foram submetidos.

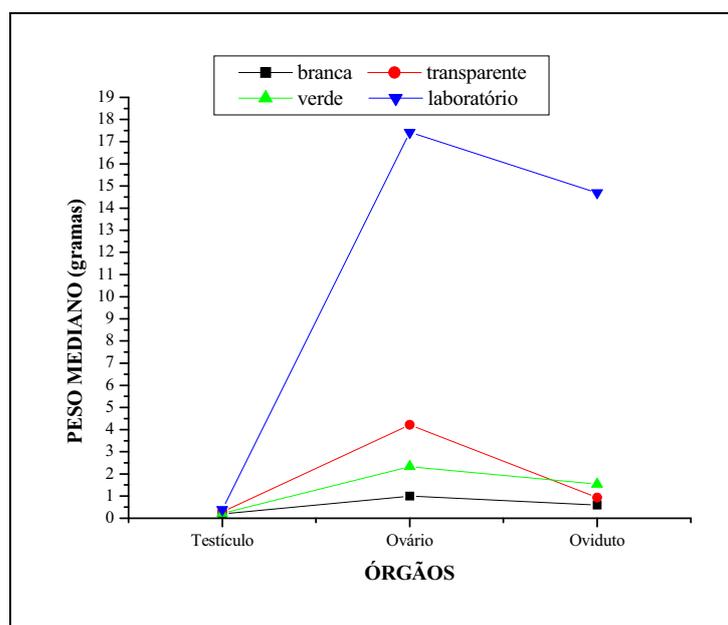
Para os peso dos testículos, não se encontrou normalidade de distribuição de erros (Teste de Lilliefors) nem homogeneidade de variâncias (testes de Cochran e Bartlett), optou-se, portanto, pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para esta variável. No caso dos pesos de ovário e oviduto estes testes foram significativos o que permitiu a realização da ANOVA . O Quadro 17 apresenta os valores das médias e desvios padrão dos pesos dos ovários e oviduto (gramas) e da mediana e semi-amplitude total do peso dos testículos (gramas) e o resultado dos testes estatísticos (Kruskal-Wallis para testículos e Scheffé para ovários e oviduto).

**Quadro 17.** Médias e desvios padrão do peso dos ovários e oviduto (gramas) e mediana, semi-amplitude total do peso dos testículo (gramas) e resultado do teste estatístico da comparação dos grupos de estudo

Variável	Grupos de estudo				Resultado do teste estatístico
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório	
<b>Testículo</b>	0,19±0,12	0,29±0,04	0,21±0,04	0,39±0,04	7,37
<b>Ovário</b>	1,15±0,66 <b>b</b>	3,78±1,75 <b>b</b>	2,39±0,18 <b>b</b>	17,49±7,48 <b>a</b>	2,31(P<0,05)
<b>Oviduto</b>	0,63±0,08 <b>b</b>	1,79±1,54 <b>b</b>	1,56±0,37 <b>b</b>	14,06±4,13 <b>a</b>	2,31(P<0,05)

Observa-se que os animais do grupo controle (laboratório) apresentaram os maiores valores para as variáveis peso médio de ovário e de oviduto, sendo as diferenças observadas, significativamente diferentes (P<0,05). A estatística, entretanto, não permitiu detectar diferenças entre os diversos tratamentos para a variável peso mediano do testículo. Estes resultados comprovam em parte, o que visualmente era observado ao longo do

experimento, ou seja, que os animais mantidos em condições controladas atingiram a maturidade sexual mais precocemente que os mantidos nas estufas. Em relação às estufas, não foram observadas diferenças significativas entre estas. O gráfico da Figura 47 permite visualizar melhor os dados do Quadro 17.



**Figura 47.** Peso mediano dos órgãos reprodutivos no término do período experimental.

O Quadro 18 apresenta os valores médios (em gramas) e desvios padrão e o resultado do testes estatístico (Scheffé) para comparação de médias dos diversos tratamentos para as variáveis peso da carcaça, coxas, vísceras, fígado e gordura.

**Quadro 18.** Média e desvio padrão da carcaça, coxas, vísceras, fígado, gordura dos grupos de estudo

Variável	Sexo	Grupo de Estudo			
		Cobertura Branca	Cobertura Transparente	Cobertura Verde	Laboratório
Carcaça	M	31±13,995a	33±8,814a	31±4,09a	57±3,027b
	F	25±5,155c	23±3,746c	24±3,576c	43±1,818d
Coxas	M	49±23,331a	53±12,380a	46±3,051a	77±1,024b
	F	44±10,725a	40±5,621a	41±4,708a	68±2,886b
Vísceras	M	63±31,801ab	61±14,397a	61±5,796ab	94±3,326b
	F	53±12,369cd	46±7,210c	50±3,884cd	74±7,859d
Fígado	M	8±5,551a	7±2,959a	6,3±0,829a	9±2,596a
	F	6±1,576b	4±0,884b	4,6±0,436b	5,1±0,152b
Gordura	M	7±4,841a	7±2,866a	6±1,659a	9±3,583a
	F	5±1,882a	4±1,065a	4±1,366a	5,1±0,671a

Os animais dos tratamentos que, na ocasião do abate, apresentaram maior peso vivo também apresentaram os maiores valores para as variáveis peso de carcaça e peso de coxas. Porém, apenas se detectou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais do laboratório e das estufas. Para a variável peso de carcaça se encontrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre machos e fêmeas para todos os tratamentos, com os machos apresentando maiores valores desta variável. No caso do peso de coxas, não se encontrou diferença significativa entre sexo em nenhum tratamento.

O peso das vísceras para os animais do laboratório mostrou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) apenas em relação à estufa transparente. Sendo que, também para esta variável houve influência do sexo em todos os tratamentos ( $P < 0,05$ ), com os machos apresentando vísceras mais pesadas.

Para o peso de fígado e gordura, também não se detectou diferença significativa entre tratamentos. Bush (1963) trabalhando com sapos (*Bufo fowleri*) submetidos

a diferentes fotoperíodos e temperaturas, concluiu que somente a exposição à luz é suficiente para que haja estocagem de gordura no organismo, não detectando este autor, efeito da temperatura sobre esta variável; o que pode justificar para este experimento a ausência de diferenças entre os tratamentos. Contudo, enquanto no caso da gordura não se conseguiu detectar diferença significativa entre os sexos, para o peso do fígado todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) com os machos apresentando maiores pesos de fígado que as fêmeas. Brenner (1969) estudando o papel da temperatura sobre a deposição de gordura também não detectou diferença entre machos e fêmeas de rã *Acris crepitans* sobre o percentual de gordura corporal.

No Quadro 13 do Apêndice, são mostrados os valores médios e desvios-padrão das variáveis Relação Gonadossomática (RGS), Relação Hepatossomática (RHS), Relação Lipossomática (RLS) e Relação Ovidutossomática (ROS) obtidas ao final do experimento, em percentagem (%). Em relação à RGS encontrou-se na literatura, referência a esta variável no trabalho com *Rana catesbeiana* de Costa (1992); os valores observados para os machos assemelharam-se aos dos animais em estágio de maturação avançada, o que não parece ser o caso dos animais deste experimento, isto deve-se provavelmente a baixa correlação da RGS com o Estágio de Maturação, no trabalho de 1992; já para as fêmeas, os valores de RGS e ROS observados foram similares ao de Costa (1992) quando o estágio de desenvolvimento ovariano, variou de início de maturação a maturação avançada. Os dados de RHS e RLS encontrados, no caso das fêmeas, sugere a participação do fígado e dos corpos gordurosos no processo de maturação e no ciclo reprodutivo, evidenciando-se pela relação inversa da RHS e RGS, o que também foi observado por Costa (1992) e Agostinho (1988). Segundo Lofts (1974) o fígado atua como fornecedor de energia na forma de glicogênio

para a maturação das gônadas e para o ato da reprodução e, também, como sintetizador de vitelogeninas, que são incorporadas no ovário como precursores moleculares de vitelo. A importância dos corpos gordurosos para o processo reprodutivo encontra referência na literatura para *Rana temporaria* (Pasanen e Koskela, 1974) e *Rana pipiens* (Frost, 1983), entretanto, encontram-se vários trabalhos que indicam que a principal função dos corpos gordurosos seria de armazenamento de energia para o período de hibernação (ASIH, 1981; Jorjensen *et al.*, 1986).

A média geral e a média por sexo, do rendimento de carcaça em cada tratamento é mostrada no Quadro 19.

**Quadro 19.** Média geral e por sexo do rendimento de carcaça (%) nos diversos grupos de estudo

Sexo	Grupos de estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
Macho	53,81a	54,57a	67,09b	55,41a
Fêmea	52,93a	54,72a	68,99b	50,03a
Média Geral	53,37a	54,64a	68,04b	52,72a

Esta variável apresentou valores crescentes obedecendo a seguinte seqüência: estufa branca, transparente, laboratório e estufa verde. Porém, apenas se encontrou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais da estufa verde e os demais tratamentos. Também não se conseguiu detectar efeito de sexo. O melhor resultado encontrado foi para as fêmeas da estufa verde (68,99%). A média geral do experimento (57,19%) e as médias por sexo (M = 57,72% e F = 56,66%), foram superiores ao preconizado por Lima e Agostinho (1992). Estes resultados indicam uma variação que pode provavelmente ser atribuída à

variabilidade genética, visto que, embora o maior valor tenha sido para um grupo de fêmeas, na média, os machos apresentaram, como esperado, maior rendimento de carcaça.

As correlações entre peso vivo e as variáveis peso de carcaça, coxas, vísceras, fígado e gordura são mostradas no Quadro 20. Encontraram-se correlações altamente significativas em todos os casos, sendo que o peso de coxas foi o mais altamente correlacionado com o peso vivo.

**Quadro 20.** Correlações entre peso vivo e peso de carcaça, coxas, vísceras, fígado e gordura

<b>Variável</b>	<b>Correlação</b>	<b>t</b>	<b>Significância</b>
<b>Carcaça</b>	0,9376	12,6476	0,0001
<b>Coxas</b>	0,9717	19,2789	0,0001
<b>Vísceras</b>	0,9232	11,2649	0,0001
<b>Fígado</b>	0,6501	4,0125	0,0003
<b>Gordura</b>	0,7007	4,6069	0,0001

As correlações entre sexo e os pesos: vivo, de carcaça, de coxas, de vísceras, de fígado e de gordura, são mostradas no Quadro 21.

**Quadro 21.** Correlações entre sexo, peso vivo, peso de carcaça, peso de coxas, peso de vísceras, peso de fígado e peso de gordura

<b>Variável</b>	<b>Correlação</b>	<b>t</b>	<b>Significância</b>
<b>Peso Vivo</b>	-0.2232	-1.0738	0.1473
<b>Carcaça</b>	-0.3849	-1.9562	0.0316
<b>Coxas</b>	-0.2608	-1.2670	0.1092
<b>Fígado</b>	-0.3749	-1.8966	0.0355
<b>Vísceras</b>	-0.5105	-2.7845	0.0054
<b>Gordura</b>	-0.5455	-3.0530	0.0029

Os valores negativos indicam que os valores das variáveis foram menores nas fêmeas. Encontraram-se correlações significativas ( $P < 0,05$ ) entre sexo e peso de carcaça, fígado, vísceras e gordura, esta última a mais significativa de todas.

O Quadro 22 mostra os resultados de correlações entre as variáveis relativas ao rendimento de carcaça e o peso de testículos, para os machos, e o peso de ovário mais oviduto, no caso das fêmeas.

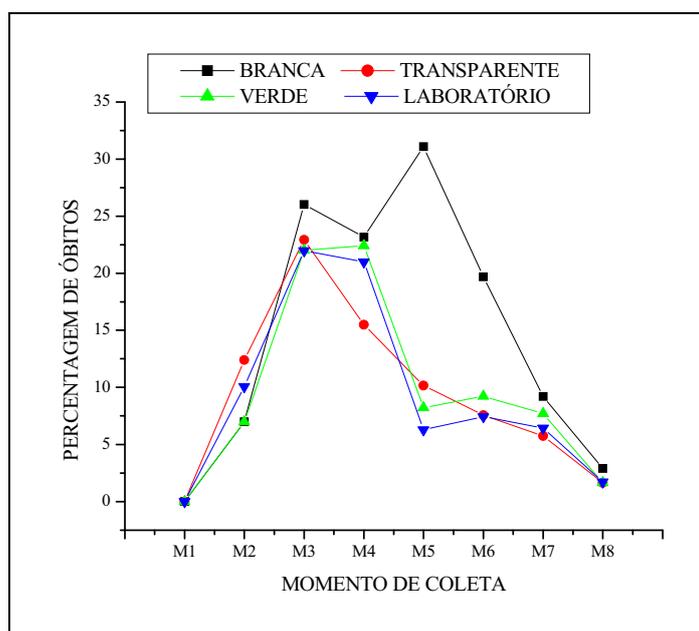
**Quadro 22.** Correlações entre peso de testículo ou peso de ovário e oviduto com peso corporal, peso de carcaça, peso de coxas, peso de vísceras, peso de fígado, peso de gordura e rendimento de carcaça

Variável	Variável	Correlação	t	Significância
<b>Testículo</b>	<b>Peso</b>	0,7887	4,0574	0,0011
	<b>Carcaça</b>	0,8258	4,6313	0,0005
	<b>Coxa</b>	0,8168	4,4775	0,0006
	<b>Vísceras</b>	0,7867	4,0295	0,0012
	<b>Fígado</b>	0,6040	2,3967	0,0188
	<b>Gordura</b>	0,6250	2,5320	0,0149
	<b>Rendimento</b>	-0,2106	0,6812	0,2556
<b>Ovário + Oviduto</b>	<b>Peso</b>	0,8656	5,4663	0,0001
	<b>Carcaça</b>	0,8535	5,1804	0,0002
	<b>Coxa</b>	0,8699	5,5777	0,0001
	<b>Vísceras</b>	0,8171	4,4813	0,0006
	<b>Fígado</b>	0,1100	-0,3501	0,3668
	<b>Gordura</b>	0,1473	0,4710	0,3239
	<b>Rendimento</b>	-0,4426	-1,5609	0,0748

Encontrou-se correlação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o peso dos testículos e todas as variáveis, exceto rendimento de carcaça. No caso de ovário e oviduto, se encontrou correlação significativa ( $P < 0,05$ ) entre esta e todas as variáveis, exceto e peso de fígado e de vísceras.

#### 4.2.6. Mortalidade

A Figura 48 mostra a evolução temporal da porcentagem de óbitos para cada tratamento.



**Figura 48.** Porcentagem de óbitos de cada tratamento, ao longo do período experimental.

Embora seja uma variável de proporção, os resultados dos testes de Cochran e Bartlett para homogeneidade de variâncias e de Lilliefors para normalidade de distribuição dos erros, permitiram que se trabalhasse com a variável sem transformação.

O Quadro 23 mostra as médias e desvios padrão das porcentagens de óbito segundo o momento de coleta e grupo de estudo e os resultados do teste estatístico (Scheffé).

**Quadro 23.** Média e desvio padrão das percentagens de óbito segundo o momento de coleta e grupo de estudo e resultados do teste estatístico

Coleta	Grupo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	0±0 <b>f</b>	0±0 <b>f</b>	0±0 <b>c</b>	0±0 <b>e</b>
<b>M<sub>2</sub></b>	7±6,15 <b>de</b>	12±3,36 <b>bc</b>	7±2,01 <b>b</b>	10±1,78 <b>b</b>
<b>M<sub>3</sub></b>	26±5,06 <b>ab</b>	23±3,29 <b>a</b>	22±4,21 <b>a</b>	22±0,87 <b>a</b>
<b>M<sub>4</sub></b>	23±2,59 <b>bcA</b>	15±2,78 <b>bB</b>	22±2,1 <b>aA</b>	21±0,88 <b>aA</b>
<b>M<sub>5</sub></b>	31±8,9 <b>aA</b>	10±5,96 <b>cdB</b>	8±5,34 <b>bB</b>	6±2,08 <b>cB</b>
<b>M<sub>6</sub></b>	20±5,38 <b>cA</b>	8±2,57 <b>deB</b>	9±6,55 <b>bB</b>	7±1,08 <b>cB</b>
<b>M<sub>7</sub></b>	9,2±0,44 <b>d</b>	6±1,4 <b>e</b>	8±3,48 <b>b</b>	6±1,36 <b>c</b>
<b>M<sub>8</sub></b>	3±2,67 <b>ef</b>	2±2,82 <b>f</b>	2±1,43 <b>c</b>	2±1,48 <b>d</b>

Observou-se que o índice de mortalidade aumentou até a metade do período experimental e depois decresceu, em todos os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Encontrou-se diferença significativa entre os grupos, no índice de mortalidade, apenas no quarto momento, quando o índice de mortalidade na cobertura transparente foi menor que todos os outros ( $P < 0,05$ ) e no quinto e sexto momentos, quando houve maior mortalidade na estufa branca em relação às demais.

Os resultados apresentados pela estufa transparente, sobretudo a partir do quarto momento de observação, sugerem uma menor sensibilidade deste grupo experimental demonstradas pelas taxas de variação da mortalidade muito semelhantes entre um momento e outro.

Observa-se que o valor máximo de mortalidade encontrado foi em torno de 32% na estufa branca (Figura 48), coincidindo este valor com as baixas temperaturas ocorridas, corroborando para a hipótese de que as temperaturas críticas inferiores e não as temperaturas elevadas foram danosas para os animais. Observa-se na

fase final do experimento baixo valores de mortalidade, para todos os tratamentos, indicando maturidade dos animais quando estes se tornam mais resistentes às condições ambientais e de manejo. Contudo, a quantidade de óbitos foi mantida baixa, no período de altas temperaturas nas estufas verde e transparente, porque assim que se detectou um aumento de mortes, relacionado a temperatura elevada da água, mudou-se o manejo. Caso contrário, devido a esta causa, o número de óbitos certamente seria bem maior.

#### 4.2.7. Biometria

No Quadro 24 estão as equações de regressão, entre os valores da biometria (cm) e o peso vivo dos animais (gramas) com os respectivos coeficientes de correlação.

**Quadro 24.** Equações de regressão encontradas para relacionar biometria e peso vivo

<b>Grupo</b>	<b>Equação</b>	<b>R (%)</b>
<b>Branca</b>	$Y = 30,985X - 213,090$	88,92
<b>Transparente</b>	$Y = 27,579X - 178,313$	88,56
<b>Verde</b>	$Y = 28,721X - 191,084$	86,02
<b>Laboratório</b>	$Y = 38,434X - 283,383$	93,73
<b>Geral</b>	$Y = 34,551X - 245,390$	92,53

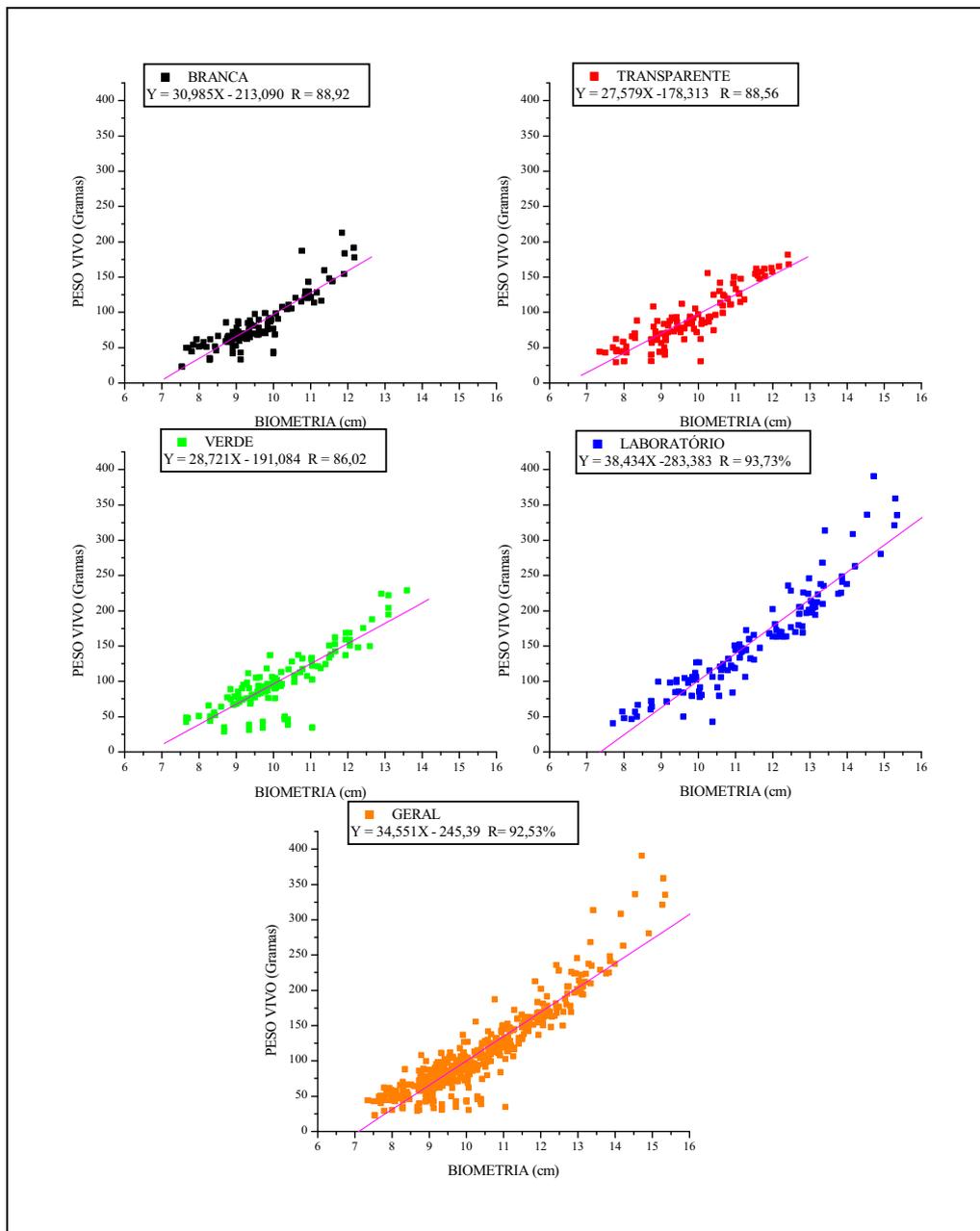
Não se conseguiu detectar, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F, diferenças entre as inclinações e elevações, das retas de regressão encontradas para cada tratamento. Desta forma, pode-se usar, a equação geral, para todos os tratamentos. Este resultado confirma que a correlação entre a biometria e o peso vivo é uma

característica da população dos animais, e não dependeu dos tratamentos, como era de se esperar.

A Figura 49 mostra os valores de biometria e de peso vivo, para cada tratamento e para o conjunto dos dados, bem como as retas correspondentes às equações lineares.

O uso da equação geral melhora a qualidade da estimativa para todos os tratamentos, exceto para os animais do laboratório, onde o ajuste da equação específica é um pouco melhor que o da geral.

Deve-se lembrar que, não foi encontrada diferença significativa entre as equações ( $P > 0,05$ ), portanto, a diferença no ajuste não se refere à capacidade de estimativa de valores e sim na correlação, ou seja, no número de pontos descritos pela equação. Sendo assim, a pequena melhora no ajuste que se observou, em relação à equação geral, pode ser atribuída, provavelmente, ao fato de que neste tratamento estavam os maiores valores de biometria e de peso vivo e, portanto, os que se mediram com maior precisão.

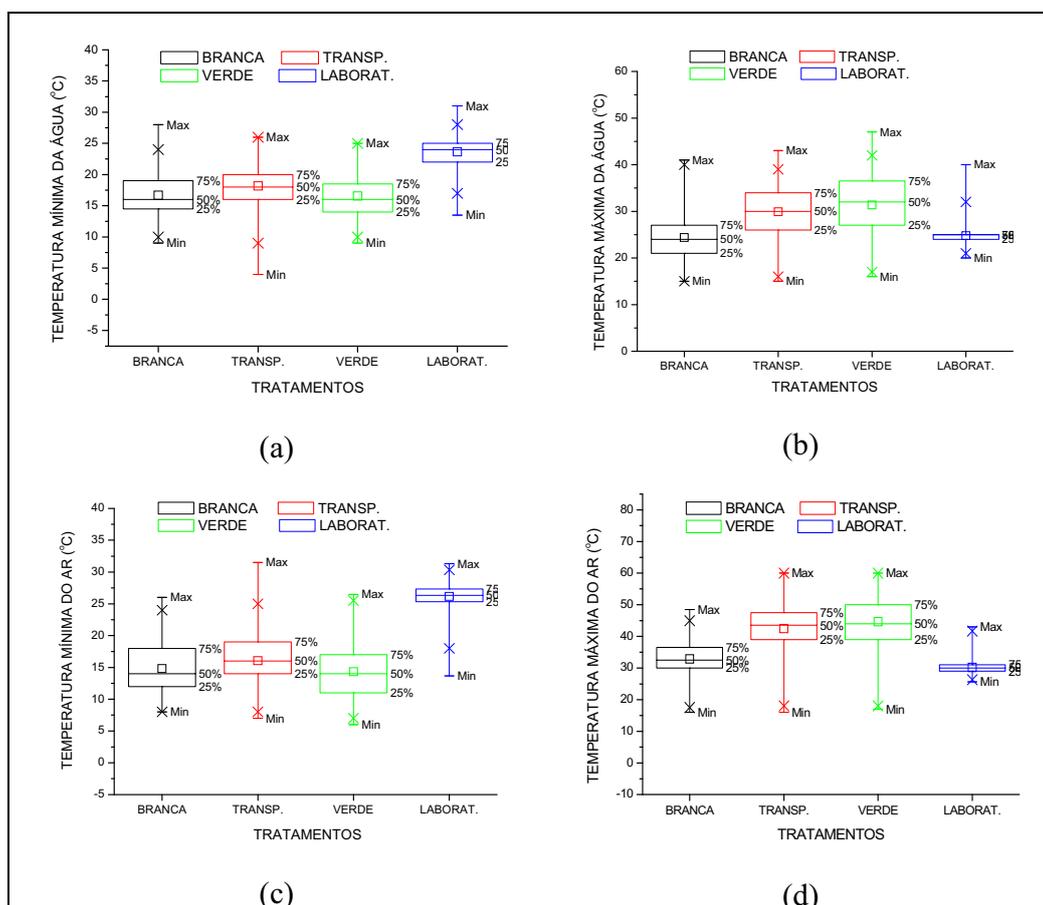


**Figura 49.** Correlações entre a biometria e o peso vivo, para cada tratamento e para o conjunto dos dados.

### 4.3. Variáveis Fisiológicas, Histoquímicas e Morfológicas

#### 4.3.1. Hematócrito

As Figuras 50a até 50d apresentam a distribuição ao longo do experimento das temperaturas mínimas e máximas das temperaturas da água e do ar para o grupo controle e as diversas estufas utilizadas.



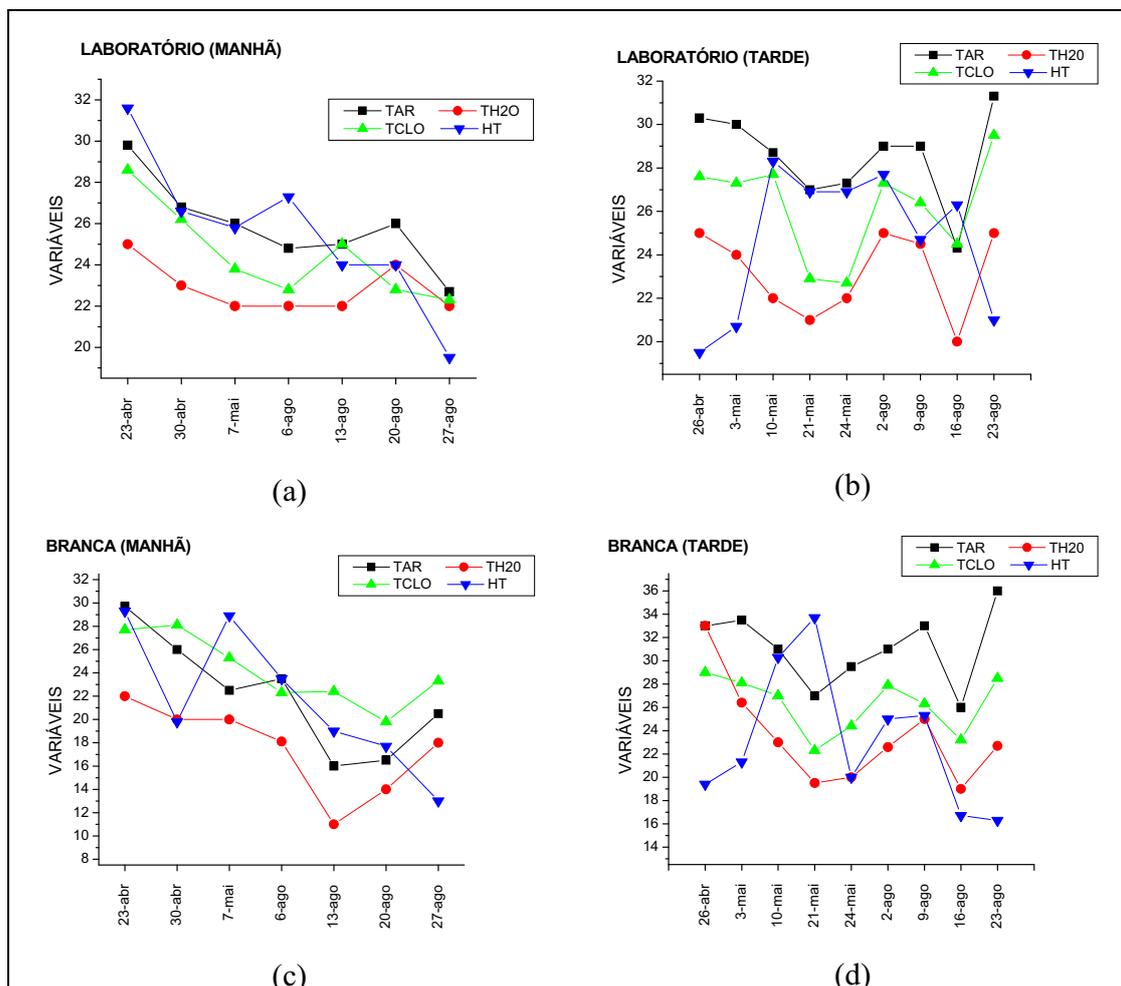
**Figura 50.** Diagrama de caixa para as temperaturas nos diversos tratamentos ao longo do período experimental: (a) mínima da água; (b) máxima da água; (c) mínima do ar e (d) máxima do ar.

Os diagramas mostram a baixa variabilidade dos dados de temperatura do ar e da água nas baias localizadas dentro do laboratório devido ao aquecimento artificial promovido. Ao passo que nas estufas houve uma grande amplitude térmica, com as maiores concentrações de temperaturas máximas no período inicial e final do experimento, coincidindo com os maiores incrementos de ganho de peso para esses tratamentos.

As análises fisiológicas revelaram uma alta correlação entre as temperaturas do ar e da água com a temperatura cloacal medida durante as coletas de sangue destinadas a medir o estresse animal através da técnica do micro-hematócrito.

Nas Figuras 51a até 51d vemos a caracterização dos perfis do hematócrito, temperatura cloacal, temperatura do ar e água das baias no momento das coletas de sangue ao longo do experimento, nos períodos da manhã e tarde nas baias localizadas no laboratório e na estufa branca.

Embora se façam necessários estudos mais detalhados, os valores de hematócrito não revelaram ser um bom indicativo do nível de estresse. Podemos levantar a hipótese de que a metodologia empregada não tenha sido a mais indicada para esta variável, em virtude de trabalharmos simultaneamente com variáveis de resposta instantânea (temperatura) e uma outra que aparenta ter efeito acumulativo (hematócrito). Além disto, outras variáveis podem estar envolvidas: O hematócrito ou volume globular (é uma relação entre os componentes sólidos e líquidos do plasma sanguíneo, sendo diretamente proporcional à quantidade de hemoglobina). O aumento do hematócrito está, portanto, correlacionado com perda de líquidos.



**Figura 51.** Perfis do hematócrito, temperatura cloacal, temperatura do ar e água das baias no momento das coletas de sangue ao longo do experimento, no período da manhã e da tarde: (a) laboratório – manhã; (b) laboratório – tarde; (c) estufa branca – manhã; (d) estufa branca – tarde.

A variabilidade relativamente alta do hematócrito, encontrada neste experimento, pode estar associada a situações em que houve predominância de termorregulação em relação a hidrorregulação ou vice-versa.

## 4.3.2. Aspectos Histoquímicos

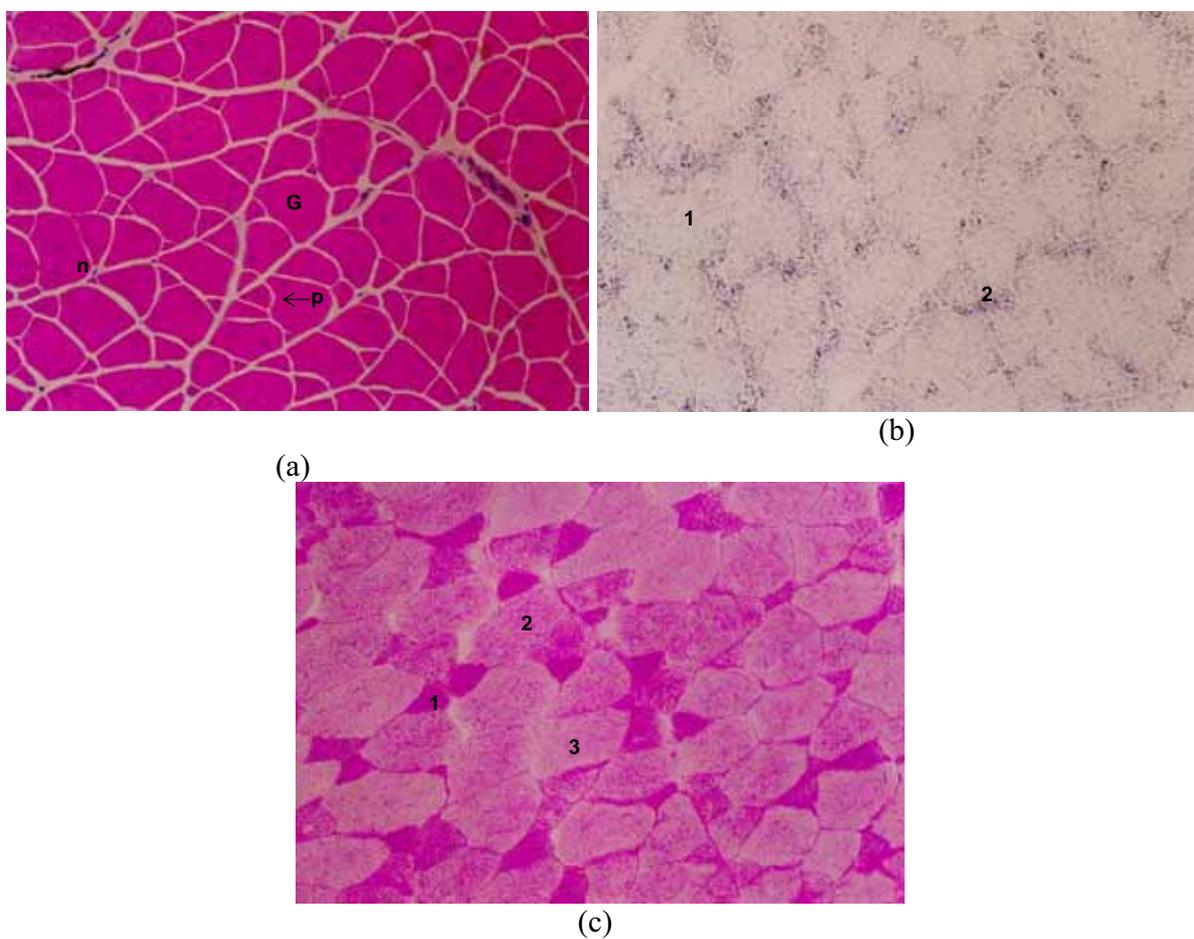
### 4.3.2.1. Morfologia das Fibras Musculares

Em todas as fases do experimento, as preparações histológicas do músculo *adutor magnum*, submetidas à coloração pela Hematoxilina Eosina mostraram a presença de fibras musculares com aspecto poligonal ou arredondado, com núcleos centrais e sarcoplasma acidófilo. As fibras estavam organizadas em fascículos por tecido conjuntivo, o perimísio e cada fibra muscular, envolvida por uma delicada camada de tecido conjuntivo, o endomísio (Figuras 52a, 53a, 54a, 55a, 56a e 57a).

Nas etapas do experimento, após a realização da reação NADH-TR, observou-se que o músculo *adutor magnum* está constituído por diferentes tipos de fibras, distribuídas no padrão mosaico. Foram observadas fibras com reação intensa, moderada e fraca, caracterizando assim, o metabolismo oxidativo (reação intensa e moderada) e metabolismo glicolítico (reação fraca) (Figuras 52b, 53b, 54b, 55b, 56b e 57b).

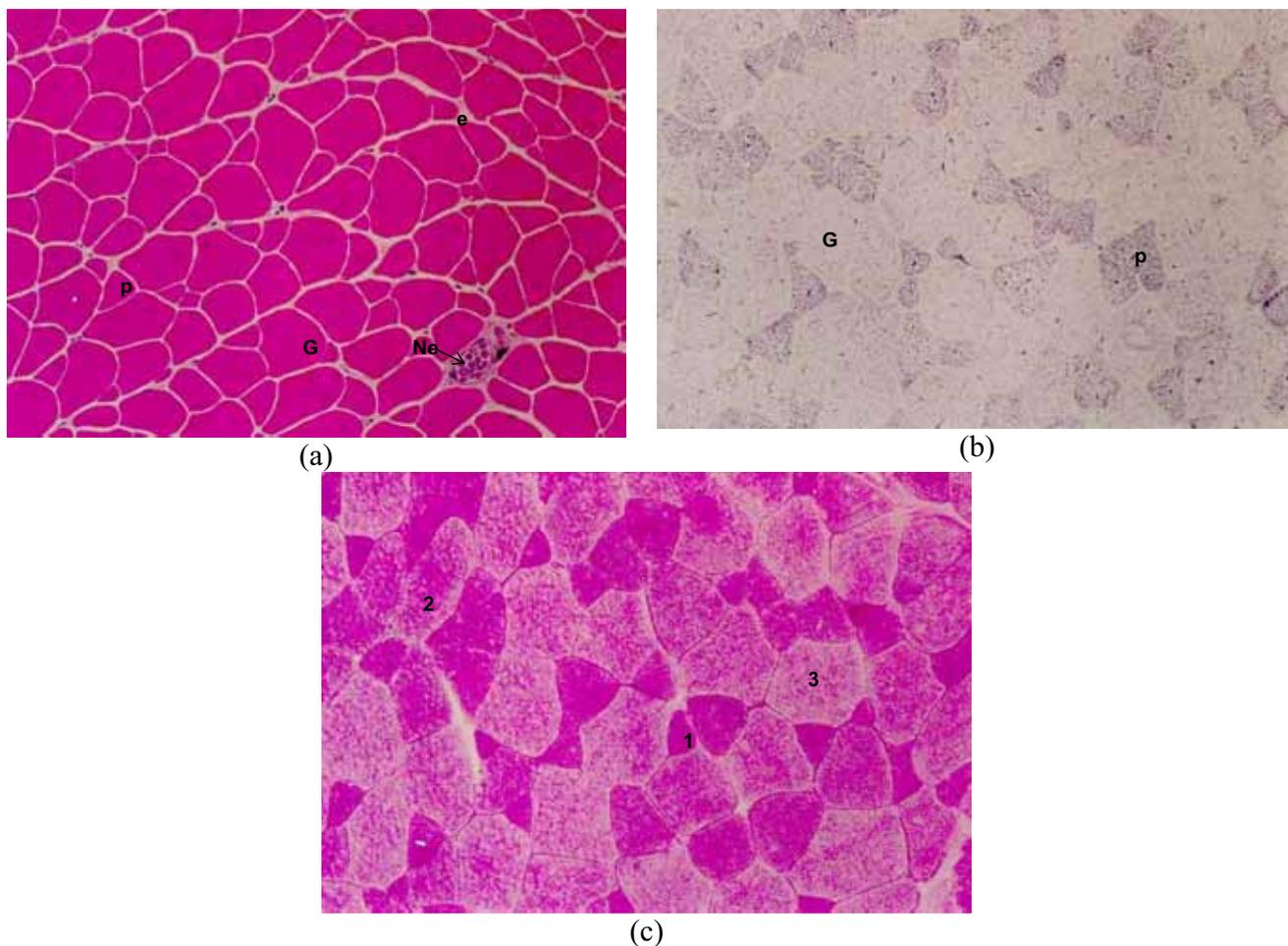
Na reação histoquímica PAS, utilizada para a detecção de glicogênio, as fibras com metabolismo oxidativo mostraram maior concentração de glicogênio quando comparadas com as fibras de metabolismo glicolítico (Figuras 52c, 53c, 54c, 55c, 56c e 57c).

Após a realização da reação histoquímica mATPase (ATPase miofibrilar), após pré incubação ácida e alcalina, o músculo *adutor magnum* revelou estar constituído por fibras de contração rápida e lenta. As fibras de contração lenta (“Slow”) reagiram fortemente à reação, após pré-incubação ácida e as fibras de contração rápida reagiram moderadamente ou fortemente, após pré-incubação alcalina.



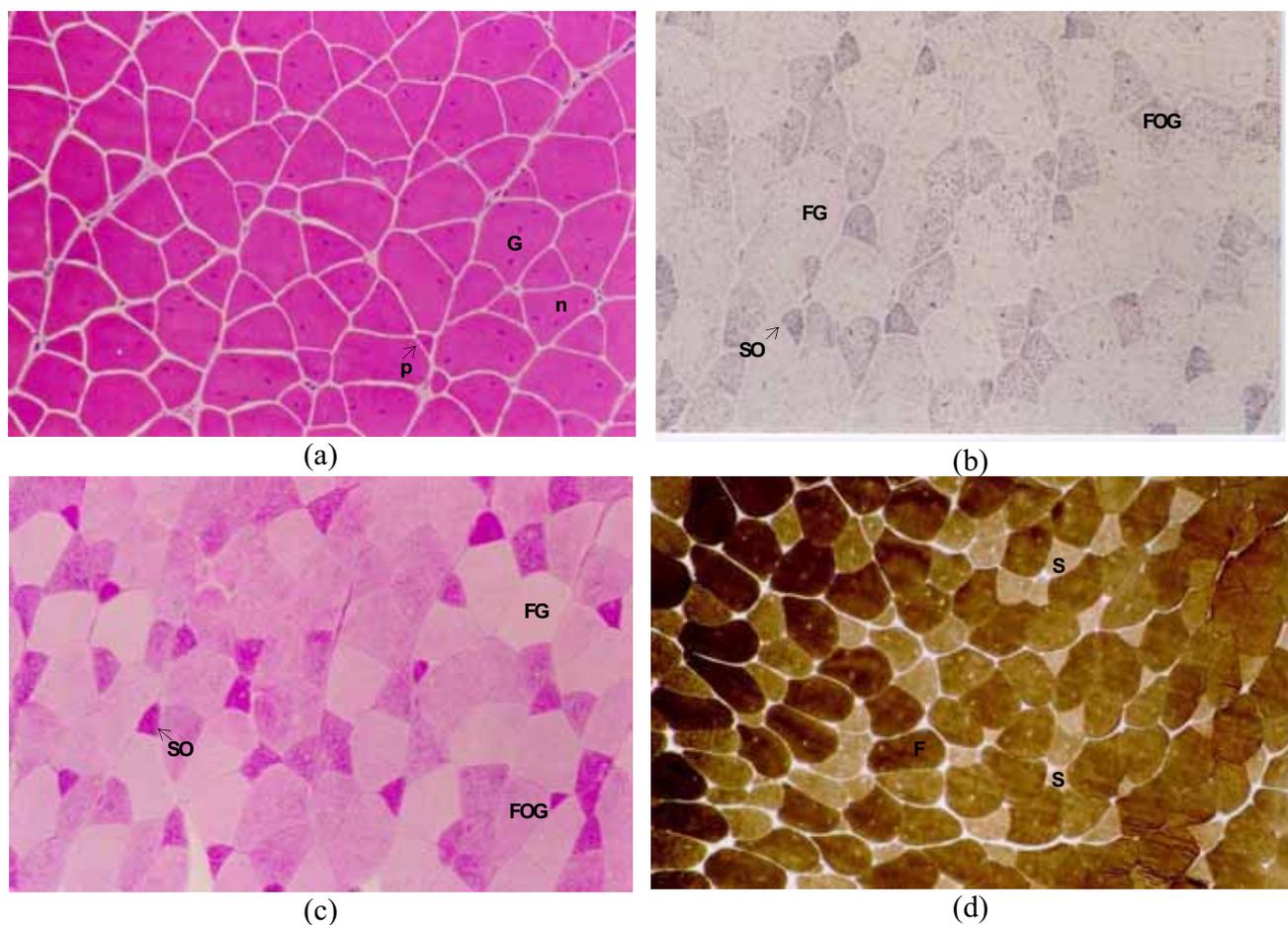
**Figura 52.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (1<sup>a</sup> coleta – grupo condição inicial - imagos)

- (a) Fibras musculares com variação no diâmetro. Fibras pequenas (p); fibras grandes (G); núcleos internos (n). HE – 50 X – AO.
- (b) Fibras musculares pequenas. Fraca atividade oxidativa (1); intensa atividade oxidativa (2). NADH-TR – 40 X – AO.
- (c) Fibras com variação na intensidade de reação. Intensa (1); moderada (2); fraca (3). PAS – 50 X – AO.



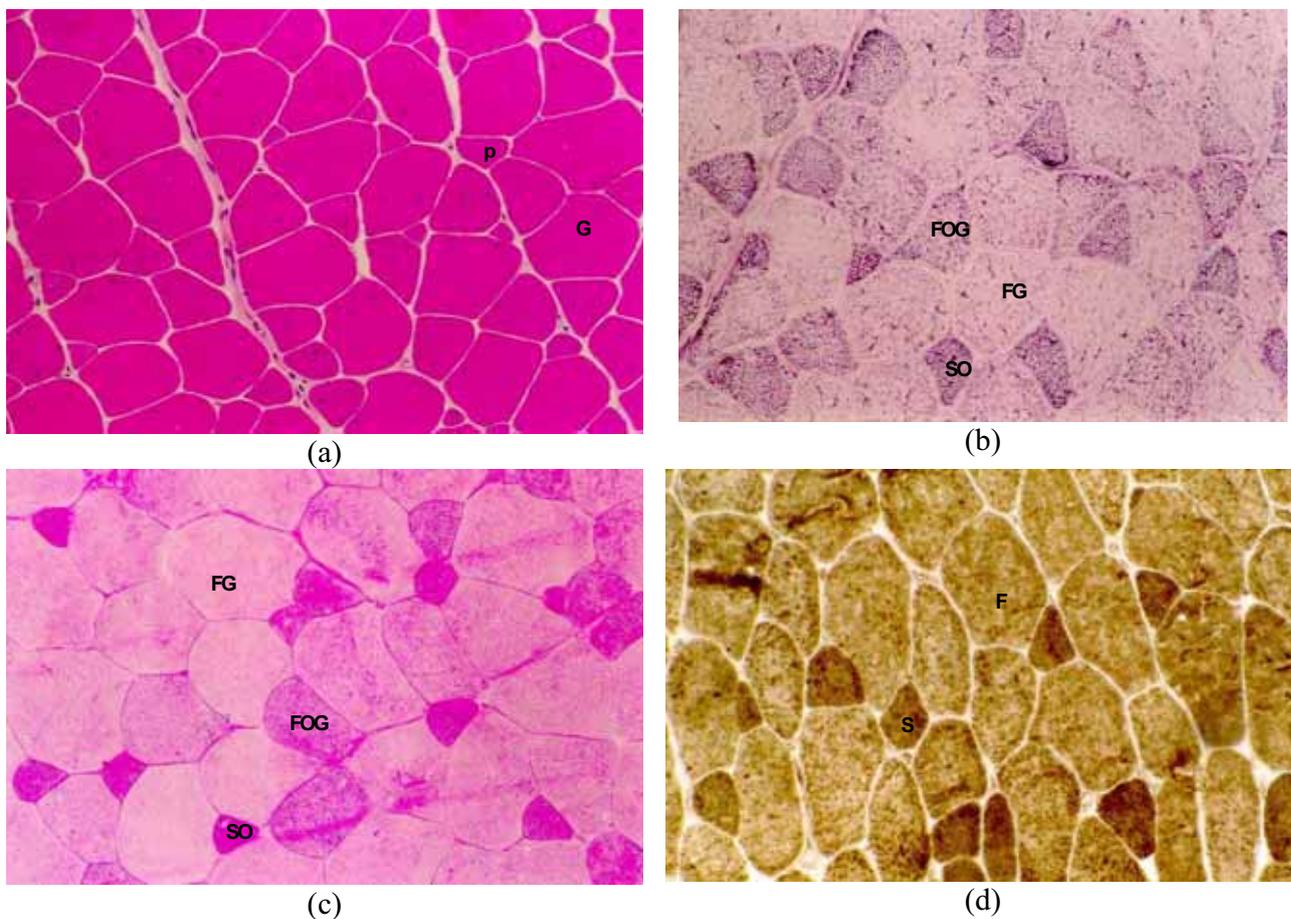
**Figura 53.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (2<sup>a</sup> coleta)

- (a) Fibras musculares com variação no diâmetro. Pequenas (p); grandes (G); nervo (Ne); endomísio (e). HE – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor transparente).
- (b) Fibras pequenas com intensa reação NADH-TR (p). Fibras grandes com reação moderada ao NADH-TR (G). NADH-TR – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).
- (c) Fibras com variação na intensidade de reação. Intensa (1); moderada (2); fraca (3). PAS – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).



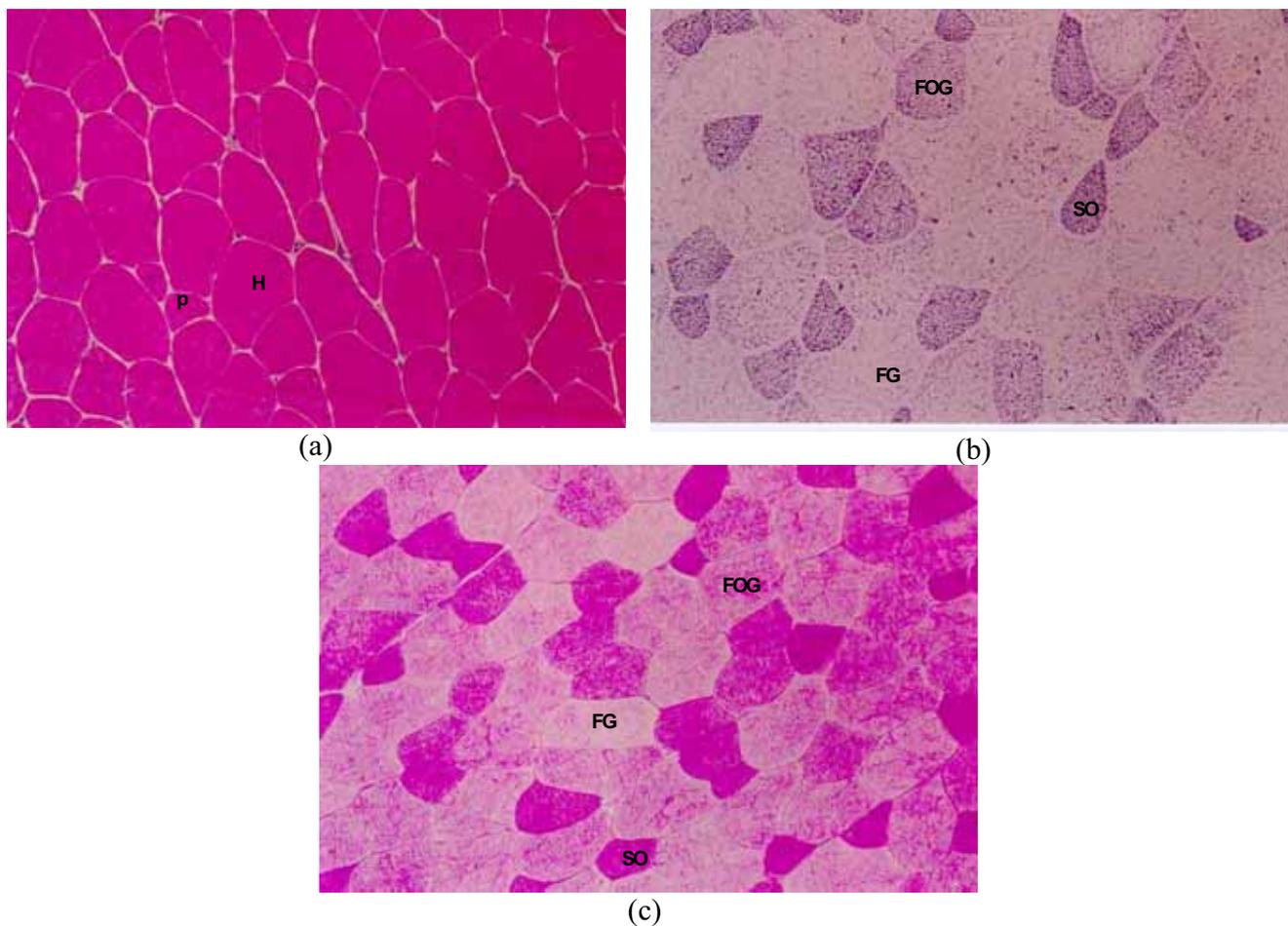
**Figura 54.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (3<sup>a</sup> coleta)

- (a) Fibras musculares com aspecto normal e com diferentes diâmetros. Pequenas (p); grandes (G); núcleos internos (n). HE – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor transparente).
- (b) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolitic" (FOG); "Fast Glycolitic" (FG). NADH-TR – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).
- (c) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolitic" (FOG); "Fast Glycolitic" (FG). PAS – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor transparente).
- (d) Fibras de contração rápida (F); fibras de contração lenta (S). ATPase pH 10,4 – 31,25 X – AO (animal mantido na estufa de cor verde).



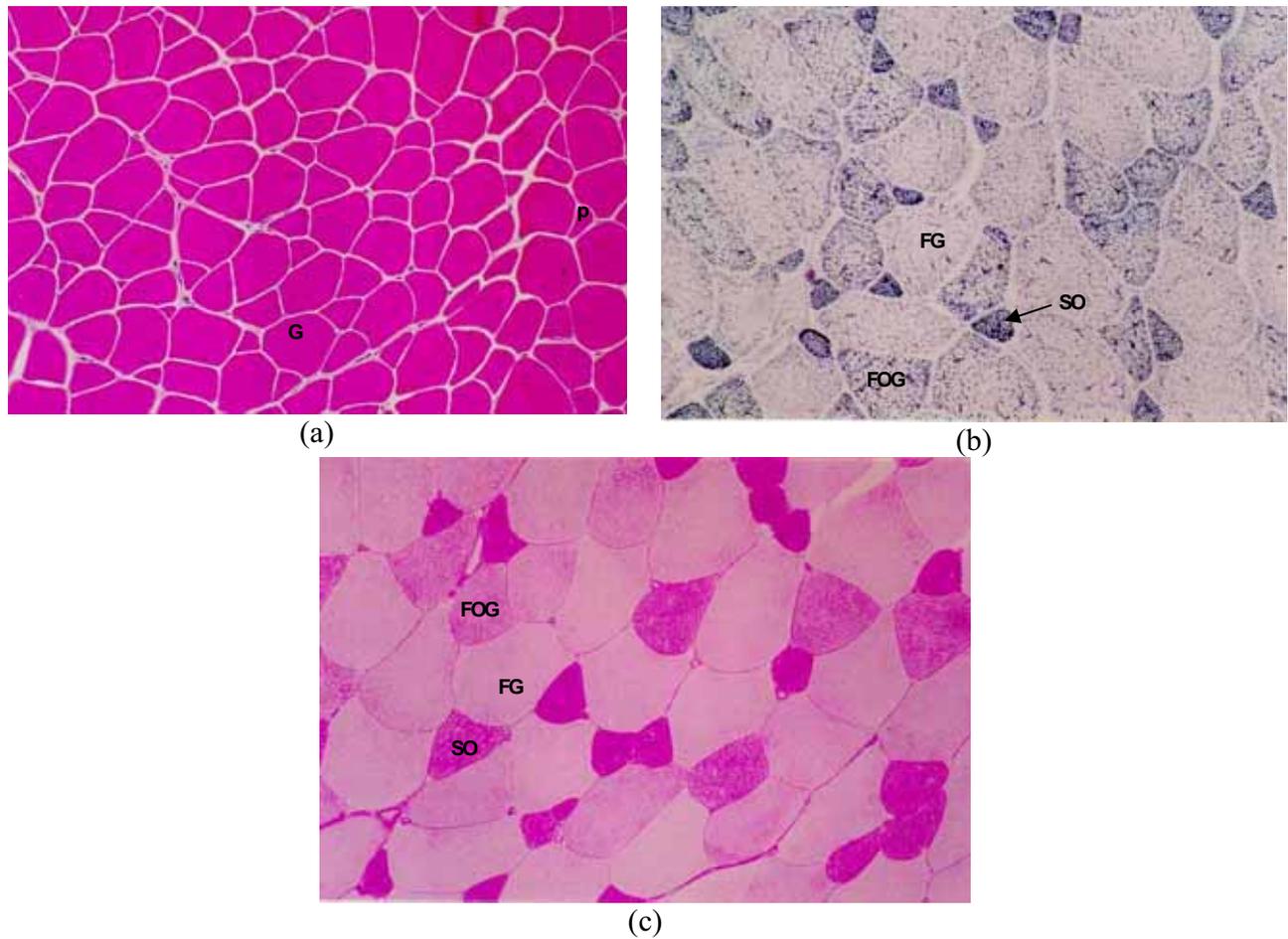
**Figura 55.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (4<sup>a</sup> coleta)

- (a) Fibras musculares com diferentes diâmetros. Pequenas (p); grandes (G). HE – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor verde).
- (b) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolitic" (FOG); "Fast Glycolitic" (FG). NADH-TR – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).
- (c) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolitic" (FOG); "Fast Glycolitic" (FG). PAS – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).
- (d) Fibras de contração rápida (F); fibras de contração lenta (S). ATPase pH 4,6 – 62,5 X – AO (animal mantido na estufa de cor branca).



**Figura 56.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (5<sup>a</sup> coleta)

- (a) Fibras musculares com diferentes diâmetros. Pequenas (p); hipertróficas (H). HE – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor verde).
- (b) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolytic" (FOG); "Fast Glycolytic" (FG). NADH-TR – 40 X – AO (animal mantido no laboratório).
- (c) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolytic" (FOG); "Fast Glycolytic" (FG). PAS – 40 X – AO (animal mantido na estufa de cor branca).



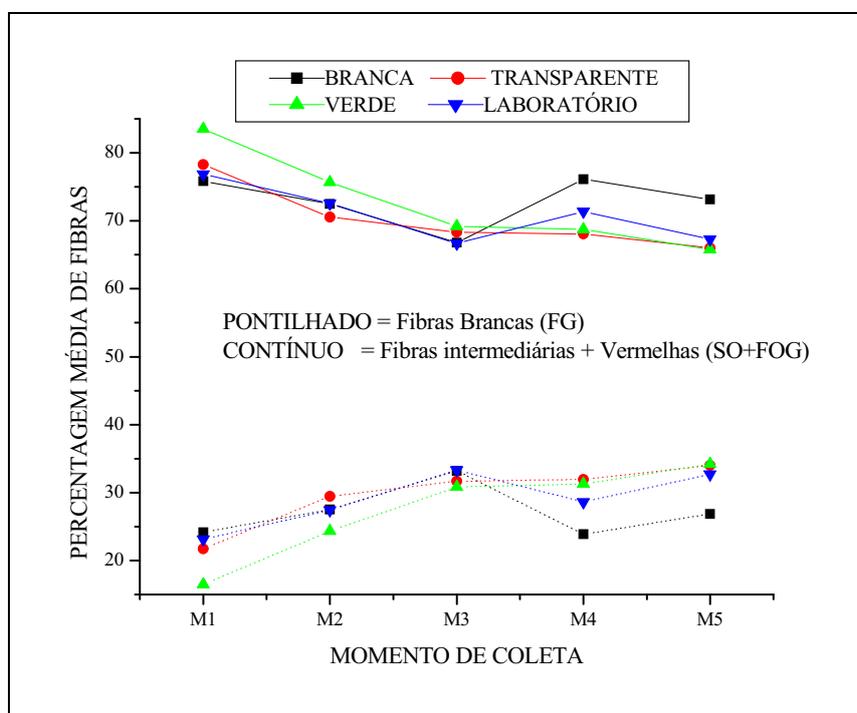
**Figura 57.** Corte transversal do músculo *adutor magnum* (6<sup>a</sup> coleta)

- (a) Fibras musculares com diferentes diâmetros. Pequenas (p); grandes (G). HE – 50 X – AO (animal mantido na estufa de cor branca).
- (b) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolytic" (FOG); "Fast Glycolytic" (FG). NADH-TR – 50 X – AO (animal mantido no laboratório)
- (c) Fibras "Slow Oxidative" (SO); "Fast Oxidative Glycolytic" (FOG); "Fast Glycolytic" (FG). PAS – 50 X – AO (animal mantido no laboratório).

#### 4.3.2.2. Fibras Oxidativas e Glicolíticas

Com base nas características metabólicas e contráteis as fibras do músculo *adutor magnum* foram classificadas como SO (Slow Oxidative), FOG (Fast Oxidative Glicolytic) e FG (Fast Glicolytic) (Peter *et al.*, 1972). O músculo *adutor magnum* mostrou um predomínio de fibras glicolíticas e de contração rápida (FG); no decorrer do experimento, a percentagem de fibras FG aumentaram.

A Figura 58 mostra um perfil médio das fibras brancas (FG) e das intermediárias e vermelhas (SO + FOG) ao longo do período experimental. No Apêndice são mostradas tabelas com a distribuição de frequência e número destas fibras.



**Figura 58.** Perfis médios das fibras brancas (FG) e das intermediárias + vermelhas (SO + FOG) ao longo do período experimental.

Rejeitou-se pelo teste de Levy ( $P < 0,05$ ) a homogeneidade das matrizes de covariâncias. Sendo assim, na análise de perfil se trabalhou com a transformação arcsen ( $\arcsen(x)$ ), para a qual se pode admitir ( $P < 0,05$ ) a homogeneidade da matriz de covariâncias. Pelo teste da maior raiz característica, rejeitou-se a hipótese de paralelismo dos perfis ( $P < 0,05$ ). Para ambos os tipos de fibra FG e SO + FOG.

O teste da maior raiz característica revelou, portanto, a existência de interação entre os perfis. Na seqüência, procedeu-se a análise de medidas repetidas em um único grupo, para testar o efeito dos momentos em cada grupo e análise de variância univariada na busca de diferenças entre grupos para cada condição.

Os Quadros 25 e 26 mostram a média e o desvio padrão da percentagem de fibra muscular oxidativa (SO + FOG) e glicolítica (FG) de acordo com o momento de abate e grupo de estudos, respectivamente. Também são apresentados os resultados dos testes estatísticos.

**Quadro 25.** Média e desvio padrão da percentagem de fibra muscular oxidativa – SO+FOG (\*), de acordo com o momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	1,06±0,051 <b>aB</b>	1,09±0,057 <b>aB</b>	1,2±0,103 <b>aA</b>	1,07±0,019 <b>aB</b>
<b>M<sub>2</sub></b>	1,02±0,062 <b>bB</b>	0,99±0,041 <b>bB</b>	1,05±0,033 <b>bA</b>	1,02±0,013 <b>bB</b>
<b>M<sub>3</sub></b>	0,96±0,027 <b>c</b>	0,97±0,045 <b>bc</b>	0,98±0,043 <b>c</b>	0,95±0,032 <b>c</b>
<b>M<sub>4</sub></b>	1,06±0,078 <b>aA</b>	0,97±0,012 <b>cC</b>	0,98±0,039 <b>cC</b>	1,003±0,007 <b>bB</b>
<b>M<sub>5</sub></b>	1,03±0,035 <b>bA</b>	0,95±0,044 <b>cB</b>	0,956±0,021 <b>dB</b>	0,9±0,13 <b>cB</b>

(\*) Variável sob transformação angular

Observou-se que, do momento inicial até a terceira coleta, todos os tratamentos apresentaram queda no percentual das fibras oxidativas ( $P < 0,05$ ), exceto a

cobertura transparente, para a qual não se conseguiu detectar diferença significativa entre o segundo e terceiro momento de coleta. Do terceiro para o quarto momento se observou um acréscimo neste percentual para os animais da cobertura branca e do laboratório ( $P < 0,05$ ) sendo mais intenso na primeira. Do quarto para o quinto momento de coleta todos os tratamentos voltaram a apresentar queda do percentual de fibras oxidativas ( $P < 0,05$ ) exceto os animais da estufa transparente.

**Quadro 26.** Média e desvio padrão da porcentagem de fibra muscular glicolítica – FG (\*), segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	0,514±0,052 <b>cA</b>	0,483±0,057 <b>cA</b>	0,413±0,103 <b>dB</b>	0,500±0,019 <b>cA</b>
<b>M<sub>2</sub></b>	0,550±0,062 <b>bA</b>	0,573±0,041 <b>bA</b>	0,516±0,033 <b>cB</b>	0,552±0,013 <b>Ba</b>
<b>M<sub>3</sub></b>	0,611±0,027 <b>a</b>	0,597±0,045 <b>ab</b>	0,583±0,043 <b>b</b>	0,617±0,032 <b>a</b>
<b>M<sub>4</sub></b>	0,508±0,078 <b>cC</b>	0,599±0,012 <b>aA</b>	0,592±0,038 <b>bA</b>	0,568±0,007 <b>Bb</b>
<b>M<sub>5</sub></b>	0,542±0,035 <b>bBc</b>	0,622±0,044 <b>aA</b>	0,625±0,021 <b>aA</b>	0,604±0,134 <b>Aa</b>

(\*) Variável sob transformação angular

Na evolução geral, ao longo do período experimental, todos os tratamentos mostraram tendência a diminuição do percentual de fibras oxidativas. Sendo que para os animais da cobertura branca e para os do laboratório observou-se um pico de aumento, na quarta coleta. Este pico pode, possivelmente, estar associado à recuperação dos animais da estufa branca. Já para o laboratório trata-se de período diferenciado no crescimento, com os animais já adentrando na maturação sexual.

Sperry (1981) analisando os músculos *sartorium* e *gracilis maior* de *R. pipiens* e *X. laevis* observou que as fibras FG apresentaram os maiores diâmetros e pequena

atividade SDHase (refletindo o metabolismo anaeróbico). Ao passo que quando grande atividade SDHase foi detectada (SO e FOG), não foram observadas fibras grandes.

Este autor frisa a importância do grande percentual de fibras FG registrado nesses animais, devido à particularidade locomotora a que se destina, pois trata-se de fibras de explosão, contração e fadiga rápidas tornando estas fibras essencial para o salto e fuga rápida.

Como são complementares, os resultados apresentados nos dois parágrafos anteriores são idênticos para o caso das fibras glicolíticas, apenas a variação é contrária, ou seja, onde houve decréscimo das fibras oxidativas, houve aumento das fibras glicolíticas e vice-versa.

Analisando-se por momento de coleta, observou-se que no primeiro e segundo momentos, os animais da cobertura verde apresentaram maiores valores de percentual transformado de fibras oxidativas e, por consequência, menores de fibras glicolíticas ( $P < 0,05$ ) que os demais tratamentos, sendo que estes não diferiram entre si.

No terceiro momento não se constatou diferença significativa entre os tratamentos.

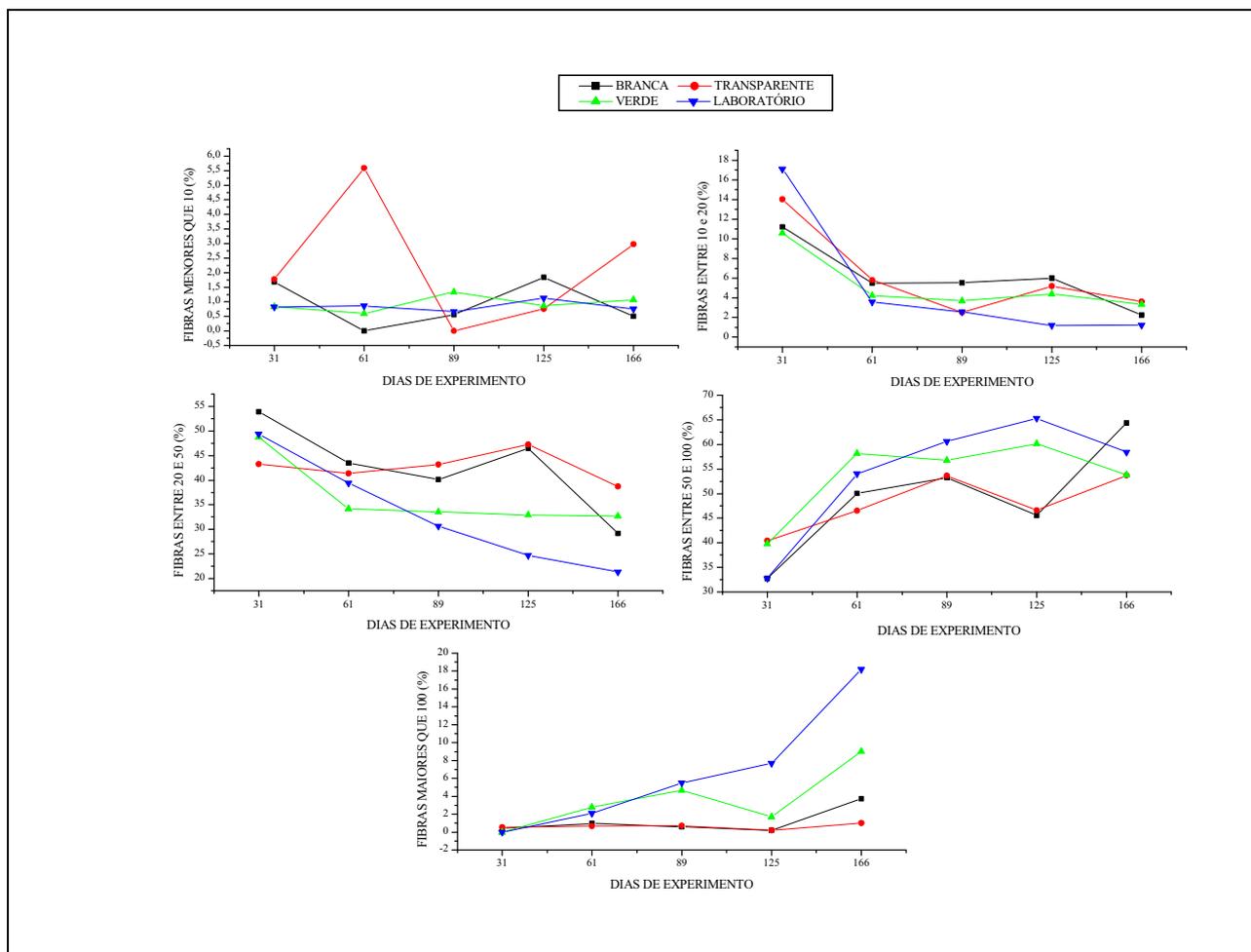
No quarto momento os animais da cobertura branca apresentaram os maiores valores de fibra oxidativa (menores de fibra glicolítica), seguidos dos animais do laboratório. Estes tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si e com os demais ( $P < 0,05$ ). Para o restante dos tratamentos não se detectou diferença significativa. Estes maiores valores dos animais da estufa branca prevaleceram no quinto momento, quando apenas se detectou diferença significativa entre este e os demais tratamentos ( $P < 0,05$ ).

#### 4.3.2.3. Diâmetro das Fibras Musculares

A Figura 59 mostra os perfis dos diâmetros médios de fibras referentes ao período experimental, enquanto na Figura 60 são mostrados os histogramas dos diâmetros médios de fibra para cada momento de coleta. No apêndice são mostrados os Quadros referentes a estes resultados.

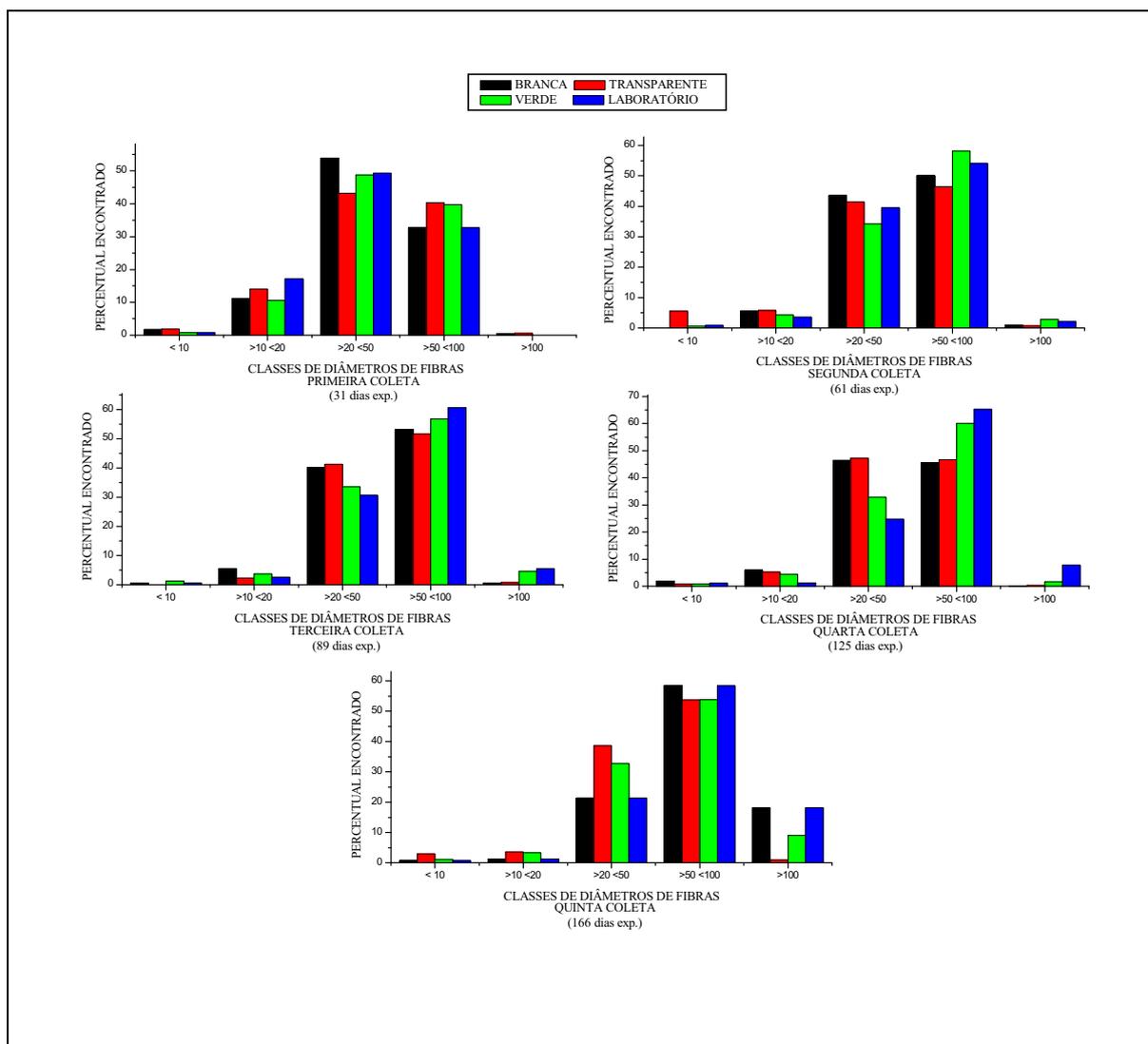
Trabalho realizado com *R. pipiens*, *X. laevis* e *B. americanus* em 1981 por Sperry observou o aumento no número de fibras musculares na fase pós-metamórfica. As fibras musculares apresentaram hipertrofia e hiperplasia. Segundo este autor a hiperplasia na fase pós-metamórfica de anuros pode funcionar como um mecanismo de compensação para os animais que metamorfosearam com baixo peso corporal.

Em mamíferos o crescimento hiperplásico é um processo que não ocorre após o nascimento; já que a formação e inervação de novas fibras musculares são aparentemente restritas ao período anterior em que a função muscular é diferenciada. Entretanto, de acordo com Sperry (1981) em anuros o crescimento hiperplásico parece ser um componente normal do crescimento pré e pós-metamórfico.



**Figura 59.** Perfis dos diâmetros médios de fibra muscular

Pela Figura 59 observa-se o efeito do controle ambiental, para o caso dos animais do laboratório cuja taxa de variação ao longo do tempo de todas as classes de diâmetro é praticamente a mesma.



**Figura 60.** Distribuições dos diâmetros médios de fibra muscular

Rejeitou-se pelo teste de Levy ( $P < 0,05$ ) a homogeneidade das matrizes de covariâncias. Sendo assim, na análise de perfil se trabalhou com a transformação  $\arcsen(\text{raiz}(x))$ . Para a variável transformada se pode admitir ( $P < 0,05$ ) a homogeneidade da matriz de covariâncias.

A análise de perfil, conduzida para cada uma das classes, indicou que existiu interação entre grupo e condição em todas as classes ( $P < 0,05$ ). Encontrou-se, portanto, que os perfis diferem entre si a 99% de probabilidade.

Prosseguiu-se a análise para testar efeito de condições em cada um dos grupos separadamente e, ainda, diferença entre grupos para cada condição, como no item. 4.2.1. Os Quadros 27, 28, 29, 30 e 31 mostram as médias e desvios e os resultados destas análises para cada uma das classes de diâmetro.

**Quadro 27.** Média e desvio padrão dos menores diâmetros (\*) de fibra muscular menores que 10  $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	0,105±0,086 <b>a</b>	0,077±0,121 <b>a</b>	0,062±0,072	0,063±0,071
<b>M<sub>2</sub></b>	0±0 <b>b</b>	0,16±0,198 <b>b</b>	0,055±0,061	0,052±0,083
<b>M<sub>3</sub></b>	0,042±0,066 <b>b</b>	0±0 <b>b</b>	0,078±0,097	0,045±0,073
<b>M<sub>4</sub></b>	0,11±0,089 <b>a</b>	0,062±0,068 <b>a</b>	0,053±0,086	0,062±0,096
<b>M<sub>5</sub></b>	0,028±0,069 <b>b</b>	0,118±0,144 <b>b</b>	0,073±0,083	0,035±0,086

(\*) Variável sob transformação angular

No que se refere aos diâmetros menores que 10  $\mu\text{m}$ , observou-se uma tendência dos valores se situarem de 0,5 a 1,5% do total exceto para os animais das coberturas transparente e branca, cuja oscilação atingiu faixa maior, de tal forma que se detectou diferença significativa entre os momentos ( $P < 0,05$ ). Possivelmente esta variação temporal seja devido à própria variabilidade genética dos animais. Na fase final do experimento, o baixo percentual de fibras pequenas, na cobertura branca, pode ser um indício de que estes animais iriam crescer menos e ser mais leves que os dos outros tratamentos se houvesse a possibilidade de acompanhá-los por mais tempo.

**Quadro 28.** Média e desvio padrão dos menores diâmetros (\*) de fibra muscular entre 10 e < 20  $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			Laboratório
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	
<b>M<sub>1</sub></b>	0,335±0,08a	0,37±0,134a	0,318±0,11a	0,423±0,05a
<b>M<sub>2</sub></b>	0,225±0,082b	0,24±0,054b	0,192±0,087b	0,187±0,052b
<b>M<sub>3</sub></b>	0,215±0,116b	0,143±0,076c	0,183±0,061b	0,125±0,115b
<b>M<sub>4</sub></b>	0,223±0,118b	0,203±0,123bc	0,207±0,054b	0,087±0,07b
<b>M<sub>5</sub></b>	0,102±0,127c	0,153±0,124bc	0,163±0,095b	0,077±0,086c

(\*) Variável sob transformação angular

**Quadro 29.** Média e desvio padrão dos menores diâmetros (\*) de fibra muscular entre 20 e < 50  $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			Laboratório
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	
<b>M<sub>1</sub></b>	0,827±0,126a	0,715±0,07	0,773±0,094	0,777±0,067
<b>M<sub>2</sub></b>	0,718±0,075b	0,698±0,058	0,622±0,099	0,678±0,056
<b>M<sub>3</sub></b>	0,687±0,098bA	0,717±0,034A	0,617±0,07B	0,583±0,093B
<b>M<sub>4</sub></b>	0,752±0,067abA	0,755±0,121A	0,602±0,154B	0,515±0,108B
<b>M<sub>5</sub></b>	0,568±0,092c	0,668±0,112	0,602±0,159	0,467±0,148

(\*) Variável sob transformação angular

**Quadro 30.** Média e desvio padrão dos menores diâmetros (\*) de fibra muscular entre 50 e < 100  $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			Laboratório
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	
<b>M<sub>1</sub></b>	0,598±0,153c	0,68±0,193	0,682±0,106b	0,61±0,072
<b>M<sub>2</sub></b>	0,787±0,093b	0,75±0,096	0,867±0,055a	0,827±0,073
<b>M<sub>3</sub></b>	0,817±0,075b	0,823±0,044	0,852±0,031a	0,892±0,086
<b>M<sub>4</sub></b>	0,742±0,088bB	0,752±0,143B	0,892±0,126aA	0,943±0,118A
<b>M<sub>5</sub></b>	0,933±0,112a	0,822±0,104	0,825±0,065a	0,873±0,14

(\*) Variável sob transformação angular

**Quadro 31.** Média e desvio padrão dos menores diâmetros (\*) de fibra muscular maiores que 100  $\mu\text{m}$ , segundo momento de abate e grupo de estudo

Abate	Grupo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>M<sub>1</sub></b>	0,027±0,065 <b>b</b>	0,042±0,065	0±0 <b>d</b>	0±0
<b>M<sub>2</sub></b>	0,07±0,078 <b>b</b>	0,045±0,075	0,132±0,114 <b>bc</b>	0,13±0,071
<b>M<sub>3</sub></b>	0,042±0,066 <b>bB</b>	0,068±0,055 <b>B</b>	0,203±0,085 <b>abA</b>	0,213±0,119 <b>A</b>
<b>M<sub>4</sub></b>	0,017±0,041 <b>bC</b>	0,018±0,045 <b>C</b>	0,115±0,069 <b>cB</b>	0,272±0,083 <b>A</b>
<b>M<sub>5</sub></b>	0,158±0,126 <b>aC</b>	0,07±0,08 <b>C</b>	0,277±0,154 <b>aB</b>	0,433±0,132 <b>A</b>

(\*) Variável sob transformação angular

Para os diâmetros entre 10 e <20  $\mu\text{m}$ , encontrou-se valores altos iniciais (de 10 a 17%) sendo que, em todos os tratamentos houve um decréscimo do percentual destas fibras ao longo do tempo. Porém, a forma como ocorreu o decréscimo não foi a mesma para todos os tratamentos, como mostram os valores significativos encontrados (Quadro 29). Possivelmente, os fatores ambientais, além dos genéticos, influenciaram na forma como ocorreu este decréscimo.

A mesma tendência de queda ocorreu para as fibras de diâmetro entre 20 e <50  $\mu\text{m}$ . Sendo que, neste caso, se detectou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais do laboratório e cobertura verde, em relação aos das coberturas branca e transparente, no terceiro e quarto momentos de coleta. A forma como os perfis evoluem temporalmente, neste caso, indica que, nestes dois momentos, o número de fibras nestes diâmetros, permaneceram praticamente constantes, coincidindo com um período de estagnação na taxa de crescimento muscular dos animais nas estufas transparente e branca, o que indica o efeito de fatores ambientais.

No caso dos diâmetros entre 50 e <100  $\mu\text{m}$ , observou-se aumentos, com taxas decrescentes, ao longo do período experimental, na maioria dos casos. Sendo

que, nos animais da cobertura branca se detectou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre o primeiro e o segundo, e entre o quarto e o quinto momento de coleta. Para os animais da cobertura verde, se detectou diferença significativa apenas entre o primeiro e o segundo momento.

Quanto aos diâmetros maiores que 100  $\mu\text{m}$  observou-se tendência de aumento no percentual destas fibras ao longo do tempo, em todos os tratamentos, sendo que, a partir da terceira coleta os animais do laboratório e da cobertura verde apresentaram valores significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) que os das coberturas transparente e branca.

A análise destes resultados aponta para uma diferenciação entre os animais das coberturas e os animais do laboratório, que nos leva a crer em efeito ambiental. Enquanto, para todos os diâmetros de fibra, os animais do laboratório apresentaram perfis com taxas de variação muito semelhantes entre um momento e outro, os animais das estufas com cobertura de polietileno apresentaram uma alta variabilidade. Embora existam outros fatores a se considerar (variabilidade genética, por exemplo) fica claro, que o crescimento mais constante dos animais do laboratório, levou a estas diferenças. O que leva, por conseguinte, a observar que as interrupções no processo de crescimento muscular devido aos fatores climáticos, foram um fator preponderante na evolução temporal do número de fibras de todos os diâmetros.

Pela Figura 60 observa-se que a frequência de fibras com diâmetro inferior a 10  $\mu\text{m}$  manteve-se em torno de 1,5 a 2,0%, ao longo do experimento, com exceção da estufa transparente, onde foram observados valores de 5,59 e 2,98%, no segundo e quinto momentos de coleta (após 61 e 166 dias de experimento), respectivamente. Esta presença de fibras musculares com diâmetro inferior a 20  $\mu\text{m}$  é

indicativo de houve crescimento muscular por hiperplasia de fibras (aumento do número de células) em todas as etapas do experimento

Em relação ao percentual de fibras na classe com diâmetro entre 10 e 20  $\mu\text{m}$ , observou-se que houve diminuição. Paralelamente, observa-se que, com o decorrer do experimento, houve um aumento na frequência das fibras na classe de diâmetros maior que 100  $\mu\text{m}$ . Isso denota que houve hipertrofia de fibras (aumento do diâmetro das fibras), correspondendo ao crescimento muscular, biométrico e de peso vivo dos animais ao longo do tempo.

De acordo com Sperry (1981), em geral, o aumento corporal ocorre paralelamente ao de peso e ao crescimento pós-natal ou pós-metamórfico dos anuros.

Buscou-se correlações entre o peso vivo ou biometria e a percentagem de fibras em cada uma das classes de diâmetro.

Estas correlações foram calculadas para todo o período experimental e em cada um dos momentos. Não se encontrou boas correlações entre as porcentagens de fibras em nenhuma das classes com o peso vivo ou com a biometria ao longo do tempo. Para certos momentos, encontraram-se casos de correlação maior que 80%, mas em classes diferentes, de momento para momento e de tratamento para tratamento, de forma que uma relação direta entre peso vivo ou biometria e percentagem de fibras de cada uma das classes de diâmetros ao longo do tempo, ou em um dado momento, não foi viável.

Contudo, após algumas transformações na forma de apresentação dos resultados, foi possível, para a classe de diâmetros maiores que 100  $\mu\text{m}$ , encontrar uma equação de regressão que permitisse a estimativa do percentual de fibras dentro desta

classe, em relação ao total de fibras, a partir do peso vivo do animal. A transformação que se aplicou foi encontrar um valor para a variável dependente igual ao inverso da percentagem de fibras na classe maior que 100  $\mu\text{m}$  mais um, ou seja:

$$Y = \frac{1}{(\%F + 1)}$$

Onde: %F = percentagem de fibras com diâmetro maior que 100  $\mu\text{m}$   
em relação ao total de fibras.

A equação obtida corresponde a um decaimento exponencial de primeira ordem, na forma:

$$Y = Y_0 + A_1 \left[ e^{\frac{-x}{T}} \right]$$

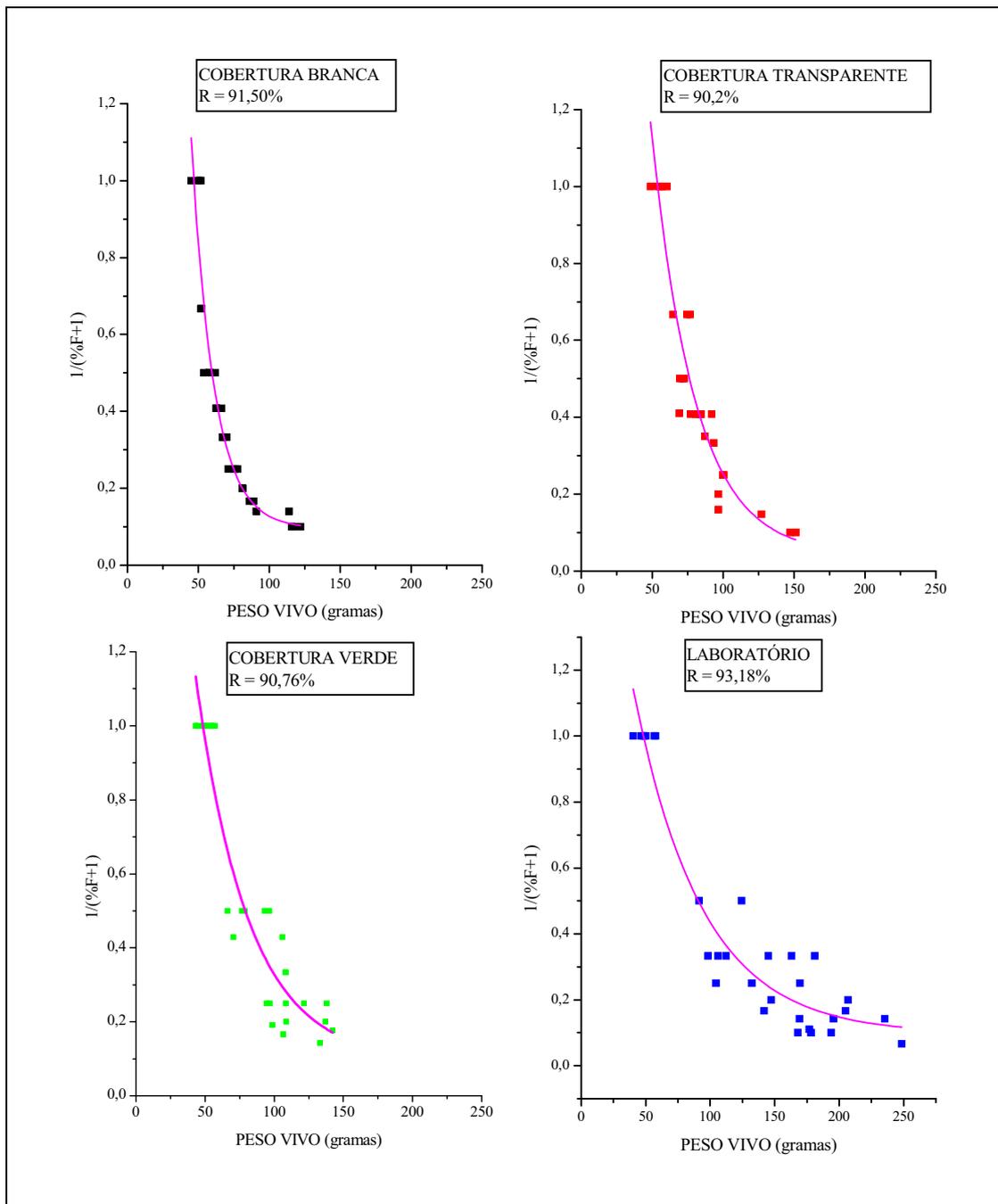
Onde:

$Y_0$  = valor assimétrico de Y

$A_1$  = constante

t = Constante de tempo

A Figura 61 mostra os gráficos com a relação entre esta variável e o peso vivo, bem como os coeficientes de correlação encontrados.



**Figura 61.** Relação entre a percentagem de fibras maiores que 100  $\mu\text{m}$ , submetidas à transformação inversa, e o peso vivo do animal, para cada tratamento.

Encontraram-se equações diferentes para cada tratamento, como mostra o Quadro 32, o que implica na influência do tratamento sobre a percentagem de fibras maiores que 100  $\mu\text{m}$ . Com as equações encontradas, também é possível estimar a percentagem de fibras maiores que 100  $\mu\text{m}$  que se encontraria em cada animal, de cada tratamento, em função do seu peso vivo.

**Quadro 32.** Equações de regressão entre a percentagem de fibras maiores que 100  $\mu\text{m}$ , submetidas à transformação inversa, e o peso vivo do animal, para cada tratamento

<b>Tratamento</b>	<b>Equação</b>
<b>Cobertura Branca</b>	$Y = 0,096 + 17,324e^{(-X/15,867)}$
<b>Cobertura Transparente</b>	$Y = 0,042 + 5,589e^{(-X/30,5065)}$
<b>Cobertura Verde</b>	$Y = 0,093 + 3,230e^{(-X/38,1451)}$
<b>Laboratório</b>	$Y = 0,097 + 2,246e^{(-X/52,8570)}$

#### 4.3.3. Dosagem Hormonal

No experimento piloto não se conseguiu dosar o hormônio Triiodotiroidina ( $T_3$ ) sendo a quantidade presente no soro dos animais insuficiente para ser detectada através da técnica empregada. No caso do hormônio Tiroxina ( $T_4$ ) foram obtidos valores de 0,35 e 0,84  $\mu\text{g/dL}$  para cada animal empregado.

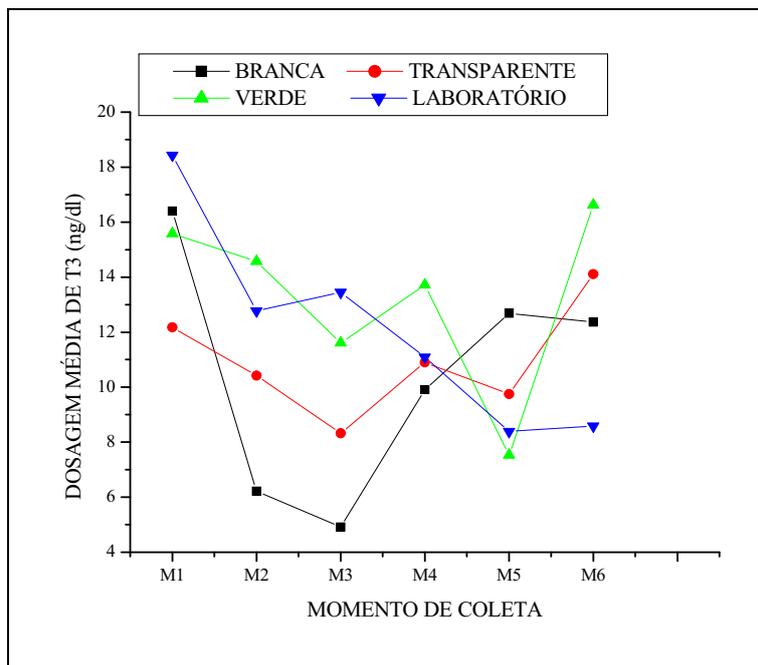
Os resultados encontrados no piloto fizeram com que decidíssemos dobrar a quantidade de soro e/ou plasma utilizado na dosagem a fim de forçar um aumento dos traços hormonais a serem dosados. Porém, quando da análise dos dados do experimento principal, não se conseguiu dosar o hormônio Tiroxina ( $T_4$ ), apresentando todas as amostras resultados abaixo da curva de calibração ou da faixa de sensibilidade do aparelho

empregado. Entretanto, para o hormônio Triiodotiroidina ( $T_3$ ), obteve-se êxito nas dosagens, como relatamos a seguir.

Na Figura 62 são mostrados os perfis das dosagens do hormônio Triiodotiroidina ( $T_3$ ) ao longo do período experimental.

A análise de perfil multivariada indicou que existiu interação entre grupo e condição para esta variável ( $P < 0,05$ ). Assim sendo, prosseguiu-se a análise como em 4.2.2.

O Quadro 33 mostra a média e desvio padrão das dosagens de  $T_3$  segundo momento de coleta e grupo de estudo e o resultado do teste estatístico (Scheffé) para comparação das médias.



**Figura 62.** Perfis das dosagens do hormônio  $T_3$ .

Apenas se encontrou o efeito significativo do momento para os animais do laboratório ( $P < 0,05$ ) onde se observou um aumento do valor da dosagem no momento inicial e quedas sucessivas ao longo do experimento.

**Quadro 33.** Média e desvio padrão das dosagens de  $T_3$ , segundo momento de coleta e grupo de estudo e resultados do teste estatístico

Coleta	Grupo			Laboratório
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	
<b>M<sub>1</sub></b>	16±5,6	12±8,6	16±4,1	18,4±0,3 <b>a</b>
<b>M<sub>2</sub></b>	6±6,5	10±6,9	15±5,7	12,8±0,7 <b>bc</b>
<b>M<sub>3</sub></b>	5±6,1	8±6,4	12±6,2	13±1,7 <b>b</b>
<b>M<sub>4</sub></b>	10±3,1	11±5,8	14±3,7	11±2 <b>bcd</b>
<b>M<sub>5</sub></b>	13±4	10±5,7	8±3,1	8±1,2 <b>d</b>
<b>M<sub>6</sub></b>	12±8,3	14±5,9	15±9,3	9±2,1 <b>cd</b>

O gráfico da Figura 62 aponta como sendo de queda no valor da dosagem, a tendência de todos os tratamentos. Porém, o alto valor dos desvios padrão, nos tratamentos referentes às coberturas indica porque não se conseguiu detectar diferença significativa entre os momentos, nestes casos. Embora exista uma variabilidade natural na variável, estes valores altos de desvios, seguramente, podem ser atribuídos ao estresse ambiental, para o qual cada animal responde, individualmente, de forma diferente.

O alto valor inicial de  $T_3$ , que ocorreu em todos os tratamentos, embora tenha sido detectada diferença significativa apenas nos animais do laboratório, pode ser atribuído ao período de adaptação dos animais ao manejo.

O perfil relativo aos animais do laboratório é um indicativo de que, à medida que os animais se aproximam da maturidade sexual, os níveis de  $T_3$  diminuem. Este foi, provavelmente, o motivo de não se ter conseguido dosar  $T_3$  no experimento piloto e ter-se conseguido dosar  $T_4$ . Estes resultados justificam a contradição entre os valores aqui encontrados e os encontrados por Figueiredo (1996) que não conseguiu dosar  $T_3$ .

#### **4.4. Efeitos do Ambiente**

O Quadro 34 mostra as Correlações de Pearson entre o número de horas em que a temperatura foi maior do que ou igual a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45<sup>0</sup>C no período entre uma pesagem e outra e o ganho de peso, também são mostradas as correlações para o número de horas em que a temperatura foi menor que 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45<sup>0</sup>C. No Quadro 35 são mostradas as mesmas correlações, porém com o consumo médio de ração no período.

Uma análise inicial dos dados referentes ao número de horas por dia em que a temperatura esteve abaixo de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35<sup>0</sup>C e acima ou igual a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45<sup>0</sup>C, mostra alguns dados interessantes.

**Quadro 34.** Correlações entre horas de temperatura acima ou abaixo de certo valor e ganho de peso em cada uma das coberturas

HORAS DE TEMP. (°C)	COBERTURA								
	BRANCA			TRANSPARENTE			VERDE		
	R	T	SIG	R	T	SIG	R	T	SIG..
≥5	<b>-0,44</b>	-9,91E-01	0,19	<b>-0,48</b>	-1,10E+04	0,17	<b>-0,32</b>	-6,76E-01	0,27
≥10	<b>-0,47</b>	-1,08E+04	0,17	<b>-0,47</b>	-1,05E+04	0,18	<b>-0,32</b>	-6,80E-01	0,27
≥15	<b>0,35</b>	7,46E-01	0,25	<b>0,11</b>	2,21E-01	0,42	<b>-0,35</b>	-7,52E-01	0,25
≥20	<b>0,73</b>	2,14E+04	0,05	<b>0,70</b>	1,98E+04	0,06	<b>0,47</b>	1,08E+04	0,17
≥25	<b>0,87</b>	3,49E+04	0,01	<b>0,70</b>	1,98E+04	0,06	<b>0,85</b>	3,16E+04	0,02
≥30	<b>0,81</b>	2,72E+04	0,03	<b>0,04</b>	8,75E-02	0,47	<b>0,93</b>	5,20E+04	0,00
≥35	<b>0,24</b>	5,00E-01	0,32	<b>-0,15</b>	-3,07E-01	0,39	<b>0,77</b>	2,38E+04	0,04
≥40	<b>0,23</b>	4,65E-01	0,33	<b>0,07</b>	1,43E-01	0,45	<b>0,72</b>	2,07E+04	0,05
≥45	<b>-0,91</b>	-4,35E+04	0,01	<b>0,16</b>	3,30E-01	0,38	<b>0,00</b>	0,00E+00	0,50
<5	<b>-0,51</b>	-1,18E+04	0,15	<b>-0,34</b>	-7,29E-01	0,25	<b>0,26</b>	5,48E-01	0,31
<01	<b>0,08</b>	1,66E-01	0,44	<b>-0,46</b>	-1,05E+04	0,18	<b>-0,07</b>	-1,30E-01	0,45
<51	<b>-0,80</b>	-2,62E+04	0,03	<b>-0,78</b>	-2,49E+04	0,03	<b>-0,11</b>	-2,18E-01	0,42
<20	<b>-0,85</b>	-3,22E+04	0,02	<b>-0,83</b>	-2,96E+04	0,02	<b>-0,62</b>	-1,56E+04	0,10
<25	<b>-0,62</b>	-1,59E+04	0,09	<b>-0,56</b>	-1,36E+04	0,12	<b>-0,60</b>	-1,49E+04	0,10
<30	<b>-0,54</b>	-1,30E+04	0,13	<b>-0,44</b>	-9,80E-01	0,19	<b>-0,62</b>	-1,60E+04	0,09
<35	<b>-0,42</b>	-9,36E-01	0,20	<b>-0,35</b>	-7,57E-01	0,25	<b>-0,51</b>	-1,20E+04	0,15
<40	<b>-0,45</b>	-1,02E+04	0,18	<b>-0,41</b>	-9,02E-01	0,21	<b>-0,38</b>	-8,27E-01	0,23
<45	<b>-0,44</b>	-9,88E-01	0,19	<b>-0,47</b>	-1,07E+04	0,17	<b>-0,32</b>	-6,70E-01	0,27

Sempre que a temperatura esteve abaixo de 5°C, nas estufa branca e transparente, o consumo foi menor que a média. No caso da estufa verde, a temperatura esteve abaixo de 5°C apenas em dois dias e por 5 minutos, sendo que num destes dias o consumo foi abaixo da média e no outro 6% acima, como são poucos dados, não há muito o que inferir.

**Quadro 35.** Correlações entre horas de temperatura acima ou abaixo de certo valor e consumo médio de ração em cada uma das coberturas

HORAS DE TEMP. (°C)	COBERTURA								
	BRANCA			TRANSPARENTE			VERDE		
	R	T	SIG	R	T	SIG	R	T	SIG..
≥5	<b>-0,24</b>	-5,00E-01	0,32	<b>-0,01</b>	-2,04E-02	0,49	<b>-0,17</b>	-3,43E-01	0,37
≥10	<b>-0,21</b>	-4,19E-01	0,35	<b>0,02</b>	4,99E-02	0,48	<b>-0,14</b>	-2,86E-01	0,39
≥15	<b>-0,27</b>	-5,69E-01	0,30	<b>0,07</b>	1,39E-01	0,45	<b>0,04</b>	7,39E-02	0,47
≥20	<b>-0,22</b>	-4,41E-01	0,34	<b>-0,02</b>	-3,82E-02	0,49	<b>0,32</b>	6,84E-01	0,27
≥25	<b>0,29</b>	5,96E-01	0,29	<b>0,26</b>	5,44E-01	0,31	<b>0,27</b>	5,57E-01	0,30
≥30	<b>0,37</b>	8,03E-01	0,23	<b>0,44</b>	9,86E-01	0,19	<b>-0,11</b>	-2,15E-01	0,42
≥35	<b>-0,13</b>	-2,63E-01	0,40	<b>0,43</b>	9,62E-01	0,20	<b>-0,31</b>	-6,61E-01	0,27
≥40	<b>-0,02</b>	-3,62E-02	0,49	<b>0,24</b>	4,95E-01	0,32	<b>-0,26</b>	-5,33E-01	0,31
≥45	<b>0,10</b>	2,02E-01	0,42	<b>0,00</b>	5,90E-03	0,50	<b>0,00</b>	0,00E+00	0,50
<5	<b>-0,10</b>	-1,92E-01	0,43	<b>-0,45</b>	-1,01E+04	0,18	<b>-0,04</b>	-8,56E-02	0,47
<01	<b>-0,54</b>	-1,30E+04	0,13	<b>-0,50</b>	-1,14E+04	0,16	<b>-0,75</b>	-2,26E+04	0,04
<51	<b>-0,05</b>	-1,05E-01	0,46	<b>-0,10</b>	-2,02E-01	0,43	<b>-0,77</b>	-2,41E+04	0,04
<20	<b>-0,06</b>	-1,30E-01	0,45	<b>-0,01</b>	-2,67E-02	0,49	<b>-0,37</b>	-7,98E-01	0,23
<25	<b>-0,29</b>	-6,04E-01	0,29	<b>-0,07</b>	-1,42E-01	0,45	<b>-0,25</b>	-5,22E-01	0,31
<30	<b>-0,28</b>	-5,86E-01	0,29	<b>-0,12</b>	-2,37E-01	0,41	<b>-0,09</b>	-1,88E-01	0,43
<35	<b>-0,19</b>	-3,77E-01	0,36	<b>-0,14</b>	-2,90E-01	0,39	<b>-0,07</b>	-1,34E-01	0,45
<40	<b>-0,24</b>	-5,00E-01	0,32	<b>-0,08</b>	-1,62E-01	0,44	<b>-0,15</b>	-2,94E-01	0,39
<45	<b>-0,24</b>	-5,02E-01	0,32	<b>-0,02</b>	-4,91E-02	0,48	<b>-0,17</b>	-3,44E-01	0,37

Quando a temperatura foi menor que 10<sup>0</sup>C, apenas em 2 dias de um total de 29 dias o consumo não foi menor que a média (93,7% dos casos), na estufa branca. Estes resultados são semelhantes ao das estufas transparente (84,6%) e da estufa verde (83,3%). O que indica claramente que o simples fato da temperatura ter estado abaixo de 10<sup>0</sup>C afetou o consumo.

Por outro lado, quando houve temperaturas superiores a 40<sup>0</sup>C no interior da estufa branca, o consumo foi menor que a média em 86,7% dos casos. Para a estufa verde foram 80% dos casos o que indica que, pelo menos em relação ao consumo,

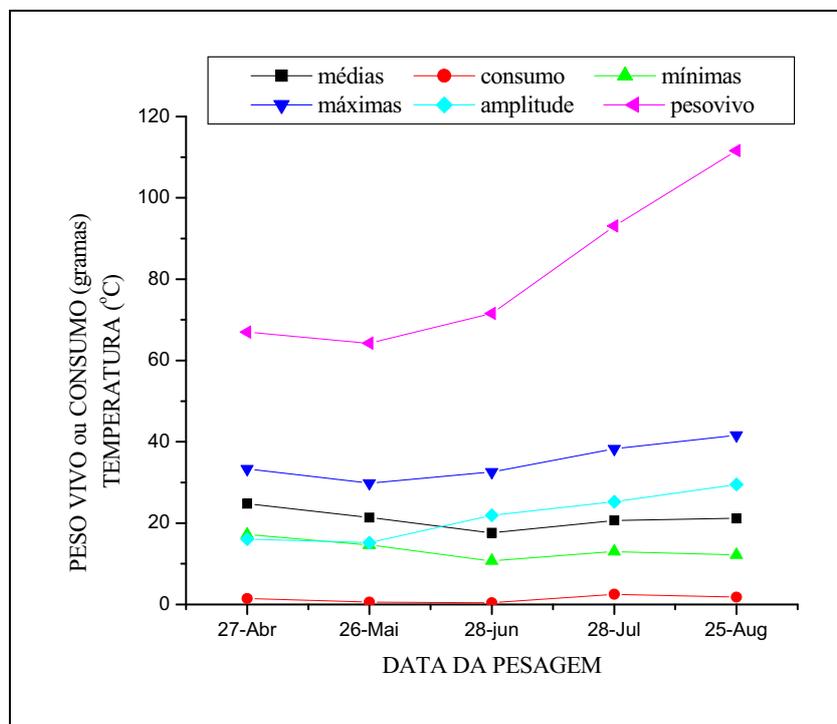
nestes dias de maior temperatura os animais estiveram estressados nestas estufas. Por outro lado, para a estufa transparente, em apenas 13% dos casos o consumo diminuiu. Porém, o número de dias com temperatura superior a 40°C, nesta cobertura foi cerca de 3 vezes maior que o das outras com um total de 125 horas de temperatura acima de 40°C, contra 31,8 horas estufa verde e 17,7 horas na estufa branca. Havendo, portanto, neste caso, a possibilidade de adaptação dos animais. Observou-se, para confirmar esta hipótese que, o consumo, nesta estufa, diminuiu sempre que se passou de um período em não ocorrerem temperaturas maiores que 40°C para uma ocorrência deste tipo, ou quando, numa seqüência de dias com temperaturas acima de 40°C, houve um aumento do número de horas do dia em que a temperatura esteve acima deste nível.

Não se encontraram boas correlações entre as temperaturas, máxima, mínima, média e amplitude térmica diária, com o consumo, sendo as melhores entre a temperatura média diária e o consumo igual a 39,4%; 38,9% e 44,0% para as coberturas: branca, transparente e verde, respectivamente. O que mostra que a temperatura do ar apenas, embora ofereça subsídios importantes, não é suficiente para uma modelagem do consumo.

Um aspecto importante no efeito da temperatura do ar está na sua relação com a temperatura cloacal dos animais. Encontrou-se uma correlação de 82% entre a temperatura do ar nas estufas e a temperatura cloacal.

No que se refere ao ganho de peso dos animais, descrito no item 4.2.1, observou-se que, a partir do terceiro momento de coleta, os animais do laboratório se destacaram daqueles nas estufas, a temperatura ambiente - mantida acima de 27°C no laboratório - teve, muito provavelmente, influência, como podemos ver na Figura 63, onde são mostradas os valores médios, das temperaturas máxima, mínima, média, amplitude

média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e os valores do peso vivo no momento da coleta, a partir da terceira, para a cobertura branca.



**Figura 63.** Valores médios, das temperaturas máxima, mínima, média, amplitude média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e valores do peso vivo no momento da coleta, a partir da terceira, para a cobertura branca.

O Quadro 36 apresenta as correlações entre temperaturas máxima, mínima, média, amplitude média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e valores do peso vivo no momento da coleta e ganho de peso no período, para as três coberturas.

**Quadro 36.** Correlações entre temperaturas máxima, mínima, média, amplitude média e consumo nos períodos entre as coletas de dados e valores do peso vivo no momento da coleta e ganho de peso no período, para as três coberturas

Variável	Variável	Correlação	t	Significância
Temperatura média	Peso Vivo	0,12	0,43	0,34
Temperatura média	Ganho de Peso	0,65	29304,00	0,01
Consumo	Peso Vivo	0,61	27759,00	0,01
Consumo	Ganho de Peso	0,75	40321,00	0,00
Temperatura mínima	Peso Vivo	0,52	16866,00	0,03
Temperatura mínima	Ganho de Peso	0,67	19171,00	0,02
Temperatura máxima	Peso Vivo	-0,29	-10923,00	0,15
Temperatura máxima	Ganho de Peso	0,29	10981,00	0,15
Amplitude Térmica	Peso Vivo	-0,19	-0,69	0,25
Amplitude Térmica	Ganho de Peso	0,18	0,65	0,26

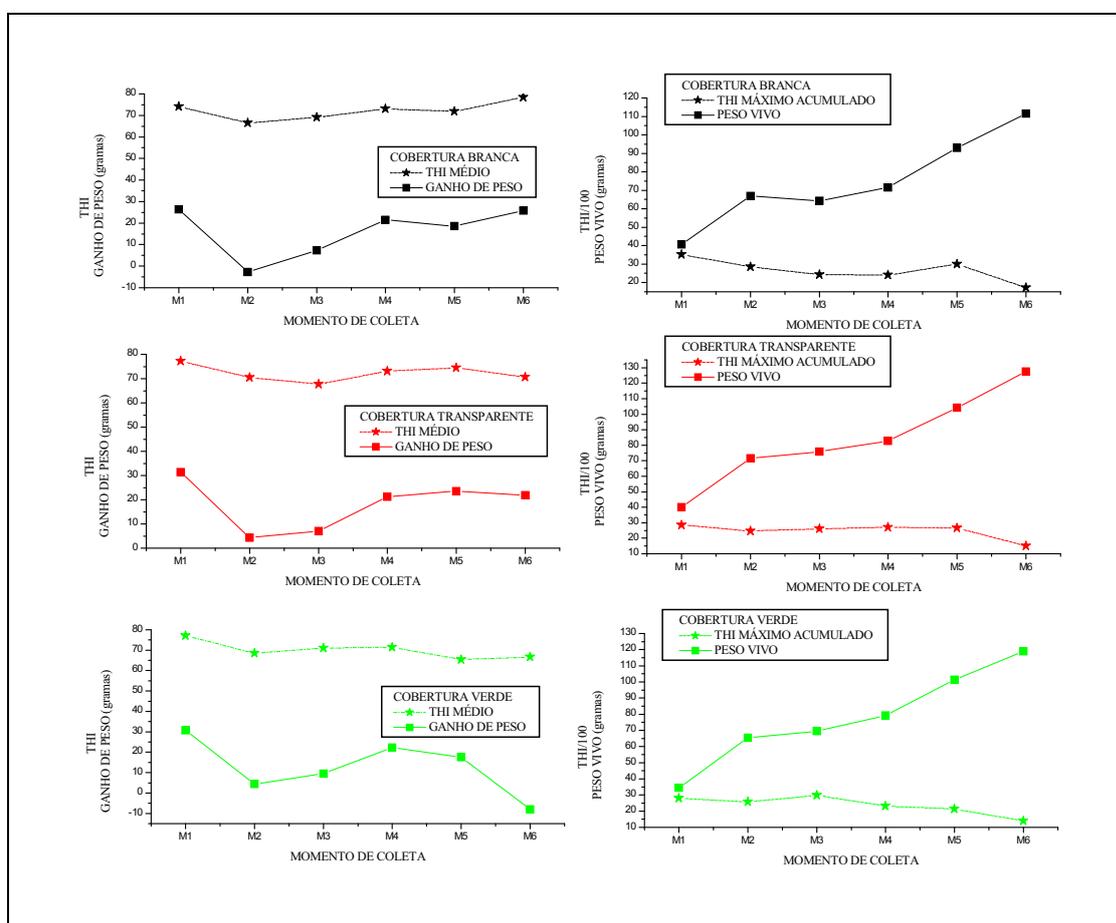
Enquanto o consumo apresentou uma correlação de 75% com o ganho de peso, as temperaturas média e mínima apresentaram 65% e 67% de correlação com esta variável, respectivamente ( $P < 0,01$ ). A temperatura mínima apresentou, ainda, 52% de correlação com o peso vivo, contra 61% do consumo ( $P < 0,05$ ). Estes resultados confirmam a importância da temperatura ambiente e a hipótese de o estresse ter sido mais acentuado devido ao frio.

No item 4.1.7 se mostrou os valores médios diários de THI e o número de horas diárias de THI menor que 75. Contudo, não se encontrou boa correlação entre as horas de THI menor que 75 e o ganho de peso ou o peso vivo.

Foram tentadas correlações entre os valores médios, máximos e mínimos acumulados do THI e o peso vivo dos animais, sendo que as que apresentaram melhores resultados foram àquelas entre os valores máximos acumulados e o peso vivo. Analogamente, se calcularam correlações entre os valores médios, entre as pesagens, do THI máximo, mínimo e médio e o ganho de peso, sendo que a correlação entre os valores

médios de THI entre as pesagens e o ganho de peso, foi a que apresentou melhores resultados.

A Figura 64 mostra valores médios de THI, entre as pesagens e o ganho de peso, também mostra os valores acumulados de THI máximo, entre as pesagens, e o peso vivo dos animais, para cada uma das coberturas. No caso dos THI acumulados, os valores foram divididos por cem, para que atingissem a mesma ordem de grandeza do peso vivo, e pudessem ser representados no mesmo gráfico.



**Figura 64.** Valores médios de THI, entre as pesagens, e ganho de peso e valores acumulados de THI máximo, entre as pesagens e peso vivo dos animais, para cada uma das coberturas.

O Quadro 37 mostra os valores numéricos das correlações e o resultado do teste estatístico para cada cobertura. Neste quadro podemos observar que as relações mostradas na Figura 64 são todas significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de t.

Portanto, o uso do THI, ao invés de apenas utilizar a temperatura do ar, melhorou as correlações obtidas em relação ao peso vivo e ao ganho de peso, sendo que as melhores correlações encontradas, neste caso, têm valor absoluto maior que o da correlação entre consumo acumulado e peso vivo, ou consumo médio e ganho de peso.

**QUADRO 37.** Valores numéricos das correlações entre THI e peso vivo ou ganho de peso e resultado do teste estatístico para cada cobertura

<b>Cobertura</b>	<b>THI acumulado</b>	<b>Variável</b>	<b>R</b>	<b>t</b>	<b>Signif.</b>
<b>Branca</b>	Médio	Peso Vivo	-0,67	-1,81	0,07
	Máximo	Peso Vivo	-0,74	-2,21	0,05
	Mínimo	Peso Vivo	-0,84	-3,05	0,02
<b>Transparente</b>	Médio	Peso Vivo	-0,71	-2,04	0,06
	Máximo	Peso Vivo	-0,78	-2,49	0,03
	Mínimo	Peso Vivo	-0,63	-1,61	0,09
<b>Verde</b>	Médio	Peso Vivo	-0,76	-2,37	0,04
	Máximo	Peso Vivo	-0,86	-3,41	0,01
	Mínimo	Peso Vivo	-0,65	-1,69	0,08
<b>Cobertura</b>	<b>Média dos THI</b>	<b>Variável</b>	<b>R</b>	<b>t</b>	<b>Signif.</b>
<b>Branca</b>	Médio	Ganho de Peso	0,91	4,48	0,01
	Máximo	Ganho de Peso	0,41	0,90	0,21
	Mínimo	Ganho de Peso	0,58	1,43	0,11
<b>Transparente</b>	Médio	Ganho de Peso	0,85	3,20	0,02
	Máximo	Ganho de Peso	0,52	1,21	0,15
	Mínimo	Ganho de Peso	0,72	2,09	0,05
<b>Verde</b>	Médio	Ganho de Peso	0,80	2,63	0,03
	Máximo	Ganho de Peso	0,12	0,25	0,41
	Mínimo	Ganho De Peso	0,37	0,79	0,24

Os Quadros 38 e 39 mostram as equações de regressão obtidas para as variáveis que deram as melhores correlações, e seus respectivos coeficientes de determinação.

**Quadro 38.** Equações de regressão encontradas para relacionar THI acumulado máximo e peso vivo

<b>Grupo</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup> (%)</b>
<b>Branca</b>	$Y = -18,56X + 4041$	55,0
<b>Transparente</b>	$Y = -12,72X + 3530$	60,7
<b>Verde</b>	$Y = -16,76X + 3675$	74,4
<b>Geral</b>	$Y = -15,74X + 3735$	60,0

**Quadro 39.** Equações de regressão encontradas para relacionar THI médio e ganho de peso

<b>Grupo</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup> (%)</b>
<b>Branca</b>	$Y = 0,33X + 66,95$	83,4
<b>Transparente</b>	$Y = 0,28X + 67,23$	72,0
<b>Verde</b>	$Y = 0,24X + 66,96$	63,4
<b>Geral</b>	$Y = 0,28X + 67,07$	72,0

## **5. CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos e sua confrontação com valores oriundos da literatura nos permitem chegar as seguintes conclusões:

### **5.1. Das Variáveis Ambientais**

A estimativa de valores de radiação global diária interna às estufas de polietileno pode ser feita, com boa precisão, a partir de valores externos, tomados próximos das mesmas. O mesmo ocorre com a temperatura do ar e com as temperaturas mínima e média diárias do ar.

No interior das estufas é ainda possível prever, com boa precisão, a partir da temperatura do ar, os valores das temperaturas da água e do piso. Porém, neste último caso são necessários estudos mais detalhados, devido à influência da umidade e de presença de água.

Nem sempre é possível estimar, no interior das estufas, com boa precisão, a irradiância refletida, a partir da global, principalmente em estufas com paredes que têm alta reflexividade. Por outro lado, existe uma alta correlação entre o valor da radiação refletida diária e o da radiação global, permitindo, neste caso, boa precisão das estimativas.

O saldo diário de radiação infravermelha, no interior das estufas, pode ser estimado satisfatoriamente a partir da radiação global diária. O mesmo acontece com o saldo diário total de radiação.

A temperatura do ar média diária não é um bom descritor do ambiente interno das estufas fechadas de polietileno, com vistas à produção animal, uma vez que estufas com valores de temperaturas máximas, mínimas e amplitude térmica diárias, completamente diferente podem apresentar valores de temperaturas médias diárias relativamente próximos. O mesmo ocorre para as temperaturas da água e do piso.

Os valores máximos diários de temperatura do ar não podem ser estimados com precisão, a partir dos valores máximos externos.

Além do efeito direto de aumentar a temperatura do ar, o efeito mais drástico da cobertura fechada de polietileno, neste tipo de instalação, onde existem tanques abertos com água corrente, é sobre a umidade relativa do ar, que passa a não ter correlação com a correspondente no meio exterior.

A cobertura além do efeito de aumentar a temperatura máxima do ar, também adianta o horário de sua ocorrência.

Embora os índices bioclimáticos CTR e WBGT tenham sido desenvolvidos para agregar efeitos ambientais outros, além da temperatura ar, neste estudo, pode-se concluir que, para este tipo de estufa, eles podem ser estimados, com boa precisão, apenas pelos valores desta última que, neste caso, assume importância ainda maior.

A temperatura de globo negro pode, também, ser estimada com precisão, a partir da temperatura do ar. Sendo que os horários de valores máximos desta variável são anteriores aos da temperatura máxima do ar nas estufas e os horários de valores mínimos são em torno da meia noite, totalmente diversos, portanto, dos horários de temperatura mínima do ar, que tendem a ocorrer em torno das horas iniciais da manhã.

Neste tipo de cobertura os valores de THI não podem ser estimados, satisfatoriamente, a partir da temperatura do ar.

## **5.2. Do Desempenho dos Animais e sua Relação com o Ambiente das Estufas.**

O peso vivo dos animais difere apenas entre coberturas onde a radiação global seja barrada de forma bastante diferente.

O tipo de cobertura deve ser escolhido em função da disponibilidade de radiação solar e não apenas da temperatura média do ar, quando se objetiva produção mais rápida. Porém, apenas uso de cobertura de polietileno não foi suficiente para surpreender as

necessidades de aquecimento, no inverno, havendo necessidade de fonte extra de energia no inverno e que, no verão é necessário um manejo e escolha do tipo de cobertura adequados para se evitar excesso de aquecimento ambiental. O controle da época de abate, alterando as condições ambientais pela mudança da cobertura deve ser estudado, mas apresenta boas possibilidades.

O tipo de estresse predominante, neste tipo de estrutura, para as condições climáticas do período experimental foi devido às baixas temperaturas.

Embora o consumo de ração possa ser usado como indicativo de estresse, este não permite boa estimativa do peso vivo ou do ganho de peso, sendo os índices climáticos, como o THI, mais eficientes, neste tipo de estimativa.

Os parâmetros de biometria e de rendimento de carcaça não são afetados, em sua relação com o peso vivo e o ganho de peso, pelas condições ambientais. Nos casos em que se encontrou diferença nestas relações, estas foram pequenas e não ficou claro que poderiam ser atribuídas às diferenças entre os ambientes.

O peso de coxas e a biometria de *Rana catesbeiana* estão fortemente correlacionados com o peso vivo dos animais, independentemente do sexo e das condições ambientais a que estes foram submetidos, sendo uma característica da população.

O manejo da água é fundamental, nos períodos de alta temperatura, em coberturas de polietileno, podendo um manejo inadequado, implicar, inclusive, no aumento da mortalidade dos animais.

Valores extremos de temperatura do ar, embora possam ser indicativos de queda de produção, de *per si*, pouco contribuem para a análise do desempenho, sendo

fundamental a determinação do tempo de ocorrência destes valores. Contudo, conclui-se que basta a temperatura do ar cair abaixo de 10<sup>0</sup>C ou atingir valores superiores a 40<sup>0</sup>C para que haja diminuição no consumo de ração pela *Rana catesbeiana*.

Conclui-se também, que a temperatura do ar apenas não é suficiente para uma modelagem do consumo de ração.

Os valores clássicos de THI, considerados estressantes, não se aplicam às rãs, contudo, existe uma forte correlação entre os valores máximos acumulados de THI e o peso vivo e entre os valores médios de THI e o ganho de peso, sendo que o uso deste índice, na estimativa destas variáveis de desempenho, melhora a precisão da estimativa, em relação ao uso da temperatura do ar apenas.

### **5.3. Das Variáveis Fisiológicas, Histoquímicas e Morfológicas.**

Os valores de hematócrito, obtidos segundo a metodologia aqui adotada, não revelaram ser um bom indicador do nível de estresse em *Rana catesbeiana*.

O percentual de fibras musculares oxidativas diminui no período de crescimento dos animais, havendo indicativo de aumento desta porcentagem quando os animais começam a amadurecer sexualmente ou quando se recuperam de um período de estresse por baixas temperaturas. O contrário ocorre com as fibras glicolíticas.

Um dos efeitos do ambiente com temperatura mínima controlada, sobre a *Rana catesbeiana*, nas fases de crescimento e engorda, foi o de uniformizar o

crescimento, o que se reflete diretamente nas classes de diâmetros de fibra muscular aqui estudadas.

Uma correlação direta entre a evolução temporal da quantidade de fibras dentro das faixas de diâmetros, estudadas neste trabalho, e o peso vivo ou ganho de peso, não pode ser detectada. Contudo, após transformação inversa se obteve uma equação que permitiu obter o número médio de fibras com menor diâmetro maior que 100  $\mu\text{m}$ , a partir do peso vivo do animal, o que nos leva a concluir que, nas condições deste experimento, esta faixa de diâmetros é a que melhor descreve o crescimento dos animais.

A dosagem de Triiodotiroidina Total ( $T_3$ ) e de Tiroxina Total ( $T_4$ ) no sangue da *Rana catesbeiana* mostrou-se dependente da idade do animal, sendo que, no período de crescimento a transformação de  $T_4$  em  $T_3$  ocorre de forma rápida e em altas taxas enquanto que, em animais adultos esta transformação é acelerada pelo estresse. Portanto, estas dosagens de  $T_4$  ou de  $T_3$  em animais em crescimento, pouco contribuem para indicação de nível de estresse ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C. A.. *Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos de características de produção em rã-pimenta. Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824)*. Viçosa, 1988. 85p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa.

AGOSTINHO, C. A. (Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP - Campus de Botucatu). Comunicação Pessoal, 2001.

AMERICAN SOCIETY OF ICHTHYOLOGISTS AND HERPETOLOGISTS (ASIH).

Seasonal changes in total body lipid and liver weight in the yosemite toad. *Copeia*, n.1, p.234-38, 1981.

ASHMORE, C. R. Phenotypic expression of muscle fiber types and some implications to meat quality. *J. Anim. Sci.*, v.28, n.5, p.1158-63, 1974.

ASHMORE, C. R., ROBINSON, D. W. Hereditary muscular hypertrophy in the bovine. 1. Histological and biochemical characterization. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, v.132, p.548, 1969.

ASHMORE, C. R., TOMPKINS, G., DOER, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *J. Anim. Sci.*, v.34, p.37-41, 1972.

BARNARD, R. J., EDGERTON, V. R., FURUKAWA, T., PETER, J. B. Histochemical, biochemical and contractile properties of red, white and intermediate fibers. *Am. J. Physiol.*, v. 220, p. 410-4, 1971.

BOND, T. E., KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. *Transactions of the ASAE*, v.36, n.7, p.251-5, 1955.

- BOND, T. E., KELLY, C. F., GARRET, W. N. Evolution of materials for livestock shades, applicable to open-type structures. *California Agricultural*, v.15, n.6, p.7-8, 1961.
- BONE, Q., KICENIUK, J., JONES, D. R. On the role of the different fibre type in fish myotome intermediate swimming speeds. *Fish Bull.*, v.76,p.691-699, 1978.
- BOSTROM, S. L., JOHANSSON, R. G. Enzyme activity patterns in White and red muscle of eel (*Anguilla anguilla*) at different development stages. *Comp. Biochem. and Physiol.*, v.42B, p.533-542, 1972.
- BRASIL, L. H. A. *Efeito do estresse térmico sobre a produção e a composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras pardas alpinas*. Botucatu, 1997. 92p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista.
- BRATTSTROM, B. H. Amphibian temperature regulation studies in the field and laboratory. *American Zoology*, v.19, p.345-56, 1979.
- BRENNER, F. J. The role of temperature and fat deposition in hibernation and reproduction in two species of frogs. *Hepetologica*, v.25, p.105-13, 1969.

- BROCHOCKA, J. S., MARTYNSKA, L., LICHT, P. Changes of LH level in the pituitary gland and plasma in hibernating frogs, *Rana temporaria*. *General and comparative endocrinology*, n.87, p.286-91, 1992.
- BRODY, S., RAGSDALE, A. C., YECK, R. G., WORSTELL, D. M. Environmental physiology. *Missouri Agric. Exp. Stn. Res. Bull.*, n.2, p.433. 1949.
- BROOKE, M. H., KAISER, K. K. Muscle fibre types: how many and what kind. *Arch. Neurol.*, v. 23, p. 369-79, 1970.
- BROWN, H. A. Temperature, thyroxine, and induced metamorphosis in tadpoles of a primitive frog, *Ascaphus truei*. *General and comparative endocrinology*, n.79, p.136-46, 1990.
- BURIOL, G. A., SCHNEIDER, F. M., ESTEFANEL, V., ANDRIOLO, J. L., MEDEIROS, S. L. P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Rev. Bras. Agrometeor.*, v.1, n.1, p.43-9, 1993.
- BUSH, F. M. Effects of light and temperature on the gross composition of the toad, *Bufo fowleri*. *Journal of Experimental Zoology*, v.153, p.1-13, 1963.

- CAMACHO, M. J., ASSIS, F. N., MARTINS, S. R., MENDES, M. E. G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas. *Rev. Bras. Agrometeor.*, v.3, p.19-24, 1995.
- CHAYEN, J., BITENSKI, L., BUTCHER, R. G., POULTER, L. W. *A guide to practical histochemistry*. London: Oliver & Boid, 1969, 261p.
- CHIU, K. W., TONG, W. C. M. Effects of Temperature Acclimation and Thyroxine Injection on Glycogen Storage and Oxygen Consumption in the Frog, *Rana tigrina*. *Comp. Biochem. and Physiol.*, v.63A, p.551-553, 1979.
- CIARLINI, L. D. P. P. *Relação entre os níveis de progesterona, estradiol e a contagem por grama de fezes (OPG) em ovinos das raças suffolk e ideal no final da gestação, durante a lactação e após o desmame*. Botucatu, 1997. 110p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista.
- COSTA, C. L. S. *Desenvolvimento do aparelho reprodutor e fatores associados ao ciclo reprodutivo da rã-touro (Rana catesbeiana), no sistema anfigranja*. Viçosa, 1992. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- COX, J. W.. Temperaturas extremas. In: FUNDACENTRO. Curso de Medicina do Trabalho. São Paulo, 1979. v.3, cap.2, p.597-19.

CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1983, 410p.

DAL PAI-SILVA, M. (Instituto de Biociências, UNESP - Campus de Botucatu). Comunicação Pessoal, 2000.

DILDAY, D. D., EBERLE, E. D., FORREST, J. C., JUDGE, M. D. Porcine muscularity and properties associated with pale, soft exudative muscle. *J. Anim. Sci.*, v.31, p.681, 1970.

D'ISTRIA, M., MONTELEONE, P., SERINO, I., CHIEFFI, G. Seasonal variations in the daily rhythm of melatonin and NAT activity in the harderian gland, retina, pineal gland, and serum of the green frog, *Rana esculenta*. *General and comparative endocrinology*, n.96, p.6-11, 1994.

DUBOWITZ, V. Normal muscle. In:---. *Muscle Biopsy: A Practical Approach*, 2. ed. London: Bailliere Tindall London, 1985. Cap. 03. p. 41-81.

DUBOWITZ, V., BROOKE, M. H. Histological and histochemical stains and reactions. In:--  
-. *Muscle biopsy: A Modern Approach*. London: W. B. Saunders, 1973. Cap. 02. p. 20-73.

DUBOWITZ, V., PEARSE, A. G. E. A comparative histochemical study of oxidative enzyme and phosphorylase activity in skeletal muscle. *Histochemistry*, v. 2, p. 105-17, 1960.

ESMAY, M. L. *Principles of animal environment*. Westport: CT AVI, 1969. 358p.

FERRARI, O. *Estudo morfológico e histoenzimológico do músculo estriado esquelético (Longissimus dorsi) de suínos (Sus scrofa domesticus)*. Botucatu, 1995. 109p. Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Estadual Paulista.

FIGUEIREDO, M. R. C. *Influência dos fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (Rana catesbeiana Shaw, 1802) em gaiolas*. Viçosa, 1996. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.

FIGUEIREDO, M. R. C., MANGIALARDO, R. R. Confinamento e engorda de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) em gaiolas. I. Densidade de estocagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA , 7, 1992, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ARERJ, 1992. p.97-102.

FONTANELLO, D., SOARES, H. A., MANDELLI Jr., J., SANTOS, L. E., PENTEADO, L. A., CAMPOS, B. E. S., REIS, J. M. Estação de reprodução da *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, criadas em ranário comercial e a influência de fatores climáticos sobre o número de desovas. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.11, p.123-33, 1984.

FONTANELLO, D., WIZ, R. R., SOARES, H. A., FREITAS, E. A. N., CAMPOS, B. E. S., FERREIRA, C. M. Comparação do desenvolvimento ponderal de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), e dos custos de produção de quatro sistemas de engorda: confinamento, anfigranja, tanque-ilha e gaiolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 7, 1992, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ARERJ, 1992. p.40-64.

FONTANELLO, D., WIRZ, R. R., SOARES, H. A., CAMPOS, B. E. S., FREITAS, E. A. N., FERREIRA, C. M. Comparação de quatro sistemas de engorda de rãs-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): tanque-ilha, confinamento, anfigranja e gaiolas. 1. Desenvolvimento ponderal; 2. Custo operacional. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.20, n. único, 1993.

FROST, J. S. Comparative feeding and breeding strategies of a sympatric pair of leopard frogs (*Rana pipiens* Complex). *Journal of Experimental Zoology*, v.225, p.135-40, 1983.

GARCIA Jr., N. Um resumo da ranicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO DE RANICULTURA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1, 1987, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ARERJ, 1987. p.1-11.

GEORGE, J. C. Histophysiological study of the red and white muscle of the mackerel. *Amer. Midl. Natural.*, v.68, p.487-94, 1962.

- GOLDSPIK, G. Studies of postembryonic growth and development of skeletal muscle. I. Evidence of two phases in which striated muscle fibers are able to exist. *Proc. R. Acad.*, Dublin, 62: 135-150, 1962.
- GUIDONI, A. L. *Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal*. Piracicaba, 1994. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- HERMAN, C. A., LUCZY, G., WIKBEG, J. E. S., UHLÉN, S. Characterization of adrenoceptor types and subtypes in american bullfrogs acclimated to warm or cold temperature. *General and comparative endocrinology*, n.104, p.168-78, 1996.
- HOLLMANN, A. *Perfil térmico de instalações do sistema sistema anfigranja com diferentes alternativas construtivas para a criação da rã-touro (Rana catesbeiana)*. Viçosa, 1998. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- IELA, L., PIERANTONI, R., RASTOGI, R. K. Effect of temperature and light on the production of androgens in the male *Rana esculenta*. *Experientia*, n.36, p.256-7, 1980.
- JACOBS, G. F. M., KÜHN, E. R. Presence of Thyroxine 5'- Monodeiodinase Activity in Kidney Homogenates of the Frog, *Rana ridibunda*. *General and comparative endocrinology*, v. 77, n.único, p.456-465, 1990.

JORGENSEN, C. B., SHAKUNTALA, K., VIJAYAKUMAR, S. Body size, reproduction and growth in a tropical toad, *Bufo melanostictus*, with a comparison of ovarian cycles in tropical and temperate zone anurans. *OIKOS*, n.46. p.379-89, 1986.

KÜHN, E. R., DELMOTTE, N. M. J., DARRAS, V. M. Persistence of Circadian Rhythmicity for thyroid Hormones in Plasma and Thyroid of Hibernating Male *Rana ridibunda*. *General and comparative endocrinology*, v. 50, n.único, p.383-394, 1983.

LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. *A criação de rãs*. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 187p.

LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. *A tecnologia de criação de rãs*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1992. 168p.

LOFTS, B. *Reproduction*. In: LOFTS, B. *Physiology of the Amphibian*. v.2. Academic Press, New York, 1974, 592 p.

LONGO, A. D. *Manual de Ranicultura - uma opção da pecuária*. 3.ed. São Paulo: Ícone Editora, 1986. 221p.

LOVE, R. M. *The chemical biology of fishes*. Vol.2. London: Academic Press, 1980.

MARTOF, B. S. Territoriality in the green frog (*Rana clamimatans*). *Ecology*, v.34, n.1, p.166-74, 1953.

McCARTHY, S. T., YOUNGER, J. P., OWEN, W. G. Dynamic, spatially nonuniform calcium regulation in frog rods exposed to light. *Journal of Neurophysiology*, v.26, n.3, p.1991-2004, 1996.

McDOWELL, R. E. *Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales*. Zaragoza: Acribia, 1964. 692p.

MENDONÇA, A. V. R. Criação de rãs em ambiente climatizado - o emprego do plástico na agricultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 6, 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ARERJ, 1988. p.169-172.

MILLER, K., ZOGHBY, G. M. Thermal acclimation of locomotor performance in anuran amphibians. *Canadian Journal of Zoology*, n.64. p.1956-60, 1986.

MINARD, D., BELDING, H. S., KINGSTON, J. R. The wet-bulb globe temperature (WBGT). *J. Am. Med. Ass.*, n.165. p.1813-18, 1957.

MOMMSEN, T. P., STOREY, K. B. Hormonal effects on glycogen metabolism in isolated hepatocytes of a freeze-tolerant frog. *General and comparative endocrinology*, n.87, p.44-55, 1992.

MORRISON, D. F. *Multivariate statistical methods*. McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, 2. ed. 1976, 415p.

MOSCONI, G., YAMAMOTO, K., CARNEVALI, O., NABISSI, M., POLZONETTI-MAGNI, A., KIKUYAMA, S. Seasonal changes in plasma growth hormone and prolactin concentrations of the frog, *Rana esculenta*. *General and comparative endocrinology*, n.93, p.380-7, 1994.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *A guide to environmental research on animals*. Washington: National Academic Press, 1971. 374p.

NUNES, M. T. Importância Fisiológica e Clonagem da Enzima 5'- Monodesiodase do Tipo I (5'MD-I). *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, v. 37, n. 1, p. 1-6, 1993.

OGATA, T. A histochemical study of the red and white muscle fibres. Part III. Activity of the diphosphopyridine nucleotide diaphorase and triphosphopyridine nucleotide diaphorase in muscle fibres. *Acta Med. Okayama*, v. 12, p. 233-40, 1958.

- OLIVEIRA, G. A.. Instalação de ranário. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 3, 1982, Uberlândia. *Resumos...* Uberlândia: UFU, 1982. p.41-58.
- PASANEN, S., KOSKELA, P. Seasonal and age variation in the metabolism of the common frog, *Rana temporaria* L. in Northern Finland. *Comp. Biochem. and Physiol.*, v.47, p.635-54, 1974.
- PERDOMO, C. C., NICOLAIZWZKY, S. Influência de diferentes edificações sobre o meio ambiente para suínos na época quente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 23, n.4, p. 439-45, 1988.
- PETER, J. B., BARNARD, V. R., EDGERTON, V. R., GILLESPIE, C. A., STEMPEL, K. E. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscles in guinea pigs and rabbits. *Biochemistry*, v. 11, p. 2627-33, 1972.
- PINHO, M. L., CARDOSO, A. C. Aspectos econômicos e financeiros da ranicultura no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 1, 1978 Brasília, *Súmula das atividades...* Brasília: SNR, 1978. p.14-22.
- REEDER, W. G. *The digestive system*. In: MOORE, J. A. *Physiology of the Amphibian*, v. I, p.99-209, Academic Press, New York, San Francisco and London, 1964, 654 p. il.

- REITER, R. J. Melatonin: the chemical expression of darkness. *Molecular and Cellular Endocrinology*, c.79, p.153-8, 1991.
- ROBLEDO, F. P., MARTIN, L. V. *Aplicación de los plásticos en la agricultura*. Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 553p.
- ROSA, Y. B. C. J. *Influência de três materiais de coberturas no índice de conforto térmico, em condições de verão, para Viçosa, M.G.* Viçosa, 1984. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- ROSEMBERG, L. J., BIAD, B. L., VERNIS, S. B. *Human and animal biometeorology*. In: *Microclimate - the biological environment*. 2.ed. New York: Wiley-Interscience, 1983. cap.2, p.425-67.
- SALTHE, S. N., MECHAM, J. S. *Reproductive and courtship patterns*. In: LOFTS, B. *Physiology of the amphibian*, v. II, p.310-521, Academic Press, New York, 590p. 1974.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. *Animal Physiology - Adaptation and Environment*. Cambridge University Press, 5 ed., 1996, 600p.
- SPERRY, D. G. Fiber type composition and postmetamorphic growth of anuran hindlimb muscles. *Journal of Morphology*, v.170, p.321-45, 1981.

- STARR, J. R. *Climate and the need of housing*. In: CLARCK, J. A. Environmental aspects of housing for animal production. London, Butterworths, 1981, p.63-84.
- TANAKA, A., XIN, H. Thermal characteristics of a hoop structure for swine production. *Transactions of the ASAE*, v.4, n.40, p.1171-7, 1997.
- TEODORO, S. M. *Desempenho e morfologia intestinal de leitões alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida*. Botucatu, 1998. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista.
- VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. *Meteorologia básica e suas aplicações*. Viçosa: Impr. Univ., 1991, 449p.
- WARKETIN, K. M. Effects of temperature and illumination on feeding rates of green frog tadpoles (*Rana clamitans*). *Copeia*, n.3, p.725-730, 1992.
- WYGODA, M. A comparative study of time constants of cooling in green tree frogs (*Hyla cinerea*) and southern Leopard frogs (*Rana sphenoccephala*). *Herpetologica*, v.44, n.3, p.261-265, 1988.

## APÊNDICE

**Quadro 1.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais condição inicial (1<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo	
	Animais Condição Inicial	
SO+FOG	73,99 (742)	
FG	26,01 (261)	
<b>Total</b>	<b>100,00 (1003)</b>	

**Quadro 2.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais mantidos na estufa branca, estufa transparente, estufa verde e no: laboratório (2<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
SO+FOG	75,96 (492)	70,50 (320)	82,95 (472)	77,08 (556)
FG	24,04 (156)	29,50 (134)	17,05 (97)	22,92 (165)
<b>Total</b>	<b>100,00 (648)</b>	<b>100,00 (454)</b>	<b>100,00 (569)</b>	<b>100,00 (722)</b>

**Quadro 3.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais mantidos na estufa branca, estufa transparente, estufa verde e no: laboratório (3<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>SO+FOG</b>	72,93 (431)	70,46 (477)	75,76 (371)	72,24 (358)
<b>FG</b>	27,07 (160)	29,54 (200)	24,24 (119)	27,76 (137)
<b>Total</b>	100,00 (591)	100,00 (677)	100,00 (490)	100,00 (495)

**Quadro 4.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais mantidos na estufa branca, estufa transparente, estufa verde e no: laboratório (4<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>SO+FOG</b>	67,55 (386)	68,16 (371)	70,00 (374)	66,83 (268)
<b>FG</b>	32,45 (185)	31,84 (173)	30,00 (160)	33,17 (133)
<b>Total</b>	100,00 (571)	100,00 (544)	100,00 (534)	100,00 (402)

**Quadro 5.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais mantidos na estufa branca, estufa transparente, estufa verde e no: laboratório (5<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
<b>SO+FOG</b>	76,25 (339)	68,31 (313)	68,70 (345)	71,22 (335)
<b>FG</b>	23,75 (106)	31,69 (145)	31,30 (157)	28,78 (135)
<b>Total</b>	100,00 (445)	100,00 (458)	100,00 (502)	100,00 (470)

**Quadro 6.** Frequência média (%) e número médio de fibras (SO+FOG e FG), amostradas no músculo *adutor magnum*, nos animais mantidos na estufa branca, estufa transparente, estufa verde e no: laboratório (6<sup>o</sup> momento de coleta)

Tipo de fibra	Grupo de Estudo			
	Estufa Branca	Estufa Transparente	Estufa Verde	Laboratório
SO+FOG	73,13 (342)	66,50 (345)	65,79 (244)	66,37 (242)
FG	26,87 (126)	33,50 (174)	34,21 (127)	33,63 (123)
<b>Total</b>	100,00 (468)	100,00 (518)	100,00 (371)	100,00 (365)

**Quadro 7.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais do grupo condição inicial (imagos), em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (1<sup>o</sup> momento de coleta)

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 $\mu\text{m}$ (%)	$\geq 10 < 20 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 20 < 50 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 50 < 100 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 100 \mu\text{m}$ (%)	
Cond. inicial	52 (18,88)	80 (29,59)	131 (50,13)	4 (1,57)	0 (0,00)	266

**Quadro 8.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais mantidos nas estufas: branca, transparente e verde e no laboratório, em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (2<sup>o</sup> momento de coleta)

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 $\mu\text{m}$ (%)	$\geq 10 < 20 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 20 < 50 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 50 < 100 \mu\text{m}$ (%)	$\geq 100 \mu\text{m}$ (%)	
Estufa Branca	2 (1,68)	12 (11,22)	55 (53,93)	32 (32,76)	0 (0,41)	101
Estufa Transp.	3 (1,77)	19 (14,04)	51 (43,25)	45 (40,38)	1 (0,55)	117
Estufa Verde	1 (0,83)	14 (10,60)	66 (48,77)	52 (39,80)	0 (0,00)	133
Laboratório	1 (0,82)	16 (17,10)	47 (49,35)	30 (32,74)	0 (0,00)	94

**Quadro 9.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais mantidos nas estufas: branca, transparente e verde e no laboratório, em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (3º momento de coleta)

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 µm (%)	≥10 <20 µm (%)	≥20 <50 µm (%)	≥50 <100 µm (%)	≥100 µm (%)	
Estufa Branca	0 (0,00)	6 (5,49)	44 (43,49)	49 (50,04)	1 (0,98)	100
Estufa Transp.	6 (5,59)	9 (5,82)	60 (41,41)	65 (46,49)	1 (0,69)	140
Estufa Verde	1 (0,59)	4 (4,25)	36 (34,20)	58 (58,16)	3 (2,80)	102
Laboratório	1 (0,86)	3 (3,58)	34 (39,43)	47 (54,04)	2 (2,08)	86

**Quadro 10.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais mantidos nas estufas: branca, transparente e verde e no laboratório, em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (4º momento de coleta)

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 µm (%)	≥10 <20 µm (%)	≥20 <50 µm (%)	≥50 <100 µm (%)	≥100 µm (%)	
Estufa Branca	1 (0,56)	6 (5,54)	42 (40,12)	55 (53,22)	1 (0,57)	104
Estufa Transp.	0 (0,00)	3 (2,30)	42 (41,31)	51 (51,60)	1 (0,72)	102
Estufa Verde	1 (1,33)	3 (3,69)	28 (33,57)	47 (56,74)	4 (4,67)	83
Laboratório	1 (0,66)	2 (2,56)	26 (30,64)	50 (60,63)	4 (5,51)	83

**Quadro 11.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais mantidos nas estufas: branca, transparente e verde e no laboratório, em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (5º momento de coleta)

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 µm (%)	≥10 <20 µm (%)	≥20 <50 µm (%)	≥50 <100 µm (%)	≥100 µm (%)	
Estufa Branca	2 (1,84)	6 (6,00)	48 (46,44)	46 (45,54)	0 (0,18)	102
Estufa Transp.	1 (0,76)	6 (5,19)	51 (47,21)	48 (46,62)	0 (0,21)	106
Estufa Verde	1 (0,86)	4 (4,40)	34 (32,92)	56 (60,11)	2 (1,71)	96
Laboratório	1 (1,13)	1 (1,18)	18 (24,67)	47 (65,33)	5 (7,69)	71

**Quadro 12.** Número (n) e porcentagem (%) dos diâmetros médios das fibras musculares do músculo *adutor magnum* dos animais mantidos nas estufas: branca, transparente e verde e no laboratório, em função do momento de momento de coleta e da distribuição da frequência dos diâmetros das fibras (6º momento de coleta).

Grupos de Estudo	Frequências					Total
	< 10 µm (%)	≥10 <20 µm (%)	≥20 <50 µm (%)	≥50 <100 µm (%)	≥100 µm (%)	
Estufa Branca	0 (0,51)	2 (2,25)	22 (29,17)	45 (64,34)	2 (3,73)	70
Estufa Transp.	2 (2,98)	3 (3,62)	28 (38,70)	36 (53,68)	1 (1,02)	70
Estufa Verde	1 (1,07)	3 (3,36)	37 (32,72)	37 (53,83)	5 (9,02)	70
Laboratório	1 (0,76)	1 (1,25)	9 (21,35)	25 (58,44)	7 (18,20)	42

**Quadro 13.** Valores médios e desvios-padrão para as variáveis Relação Gonadossomática (RGS), Relação Hepatossomática (RHS), Relação Lipossomática (RLS) e Relação Ovidutossomática (ROS) obtidas ao final do experimento, em porcentagem (%)

Variável	Sexo	Grupo de Estudo			
		Cobertura Branca	Cobertura Transparente	Cobertura Verde	Laboratório
RGS	M	0,116±0,018	0,195±0,080	0,199±0,047	0,158±0,009
	F	0,842±0,322	3,126±1,245	2,519±0,508	7,708±2,826
RHS	M	5,043±0,959	4,792±0,599	5,512±1,185	3,784±0,766
	F	4,971±0,332	3,931±0,235	4,864±0,968	2,310±0,218
RLS	M	4,471±0,831	4,376±0,681	5,659±1,082	3,963±1,210
	F	3,874±0,432	3,664±0,338	4,056±0,277	2,310±0,440
ROS	F	0,486±0,054	1,519±1,256	1,605±0,185	6,234±1,497

**ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DO BALANÇO DE RADIAÇÃO EM ESTUFAS COM  
COBERTURA DE POLIETILENO DESTINADAS À CRIAÇÃO DA RÃ-TOURO (*Rana  
catesbeiana* Shaw, 1802)<sup>1</sup>**

SÔNIA MARTINS TEODORO<sup>2</sup> & JOÃO FRANCISCO ESCOBEDO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado da 1ª autora intitulada: Avaliação dos fatores ambientais em baias com cobertura de polietileno sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*).

<sup>2</sup> Aluna do programa de Pós-Graduação em Agronomia - Energia na Agricultura, FCA/UNESP - Botucatu/SP - Brasil. modesto@uesb.br.

<sup>3</sup> Orientador e docente do Departamento de Recursos Naturais e Renováveis, FCA/UNESP - Botucatu/SP, escobedo@fca.unesp.br.

**RESUMO** No presente trabalho se estuda a estimativa de componentes do balanço de radiação no interior de estufas de polietileno, destinadas à produção de rãs e sua correlação com valores externos à estrutura.

Foram construídas três estruturas, cada uma coberta com filme de PVC de 0,1 mm de espessura de cores: Verde, Transparente e Branca. No ambiente interno mediram-se as irradiâncias global e refletida e do saldo de irradiação infravermelha, no externo, a irradiância global. Obtiveram-se correlações para estimativa dos componentes de radiação, a partir de valores medidos no meio externo e no interior das estruturas.

Concluiu-se que a estimativa de valores de radiação global diária interna às estruturas de polietileno pode ser feita, com boa precisão, a partir de valores externos, tomados próximos das mesmas. Porém, nem sempre é possível estimar, no interior das estruturas, com boa precisão, a irradiância refletida, a partir da global, principalmente em estruturas com paredes que têm alta refletividade. Por outro lado, existe uma alta correlação entre o valor da radiação refletida diária e o da radiação global, permitindo, neste caso, boa

precisão das estimativas. Concluiu-se ainda que saldo diário de radiação infravermelha, no interior das estufas, pode ser estimado satisfatoriamente a partir da radiação global diária. O mesmo acontece com o saldo diário total de radiação.

**Palavras-chave:** radiação, variáveis ambientais, dados automatizados, ambiência.

ESTIMATIONS FOR THE RADIATION BUDGET COMPONENTS INSIDE POLYETHYLENE COVERED STRUCTURES FOR PRODUCTION OF BULL FROGS (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802)

**SUMMARY** *In this work, estimations for the radiation budget components inside polyethylene-covered structures for Bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) production was studied.*

*Three structures were built each one covered with a 0.1-mm width PVC film of a specific color: Green, Transparent and White. The internal environment inside the structures was studied and the following environmental variables were measured in a five-minute interval: global, and reflected irradiances and net infrared irradiances. Outside the structures, the global irradiance was measured. The environmental variables inside the structures were correlated with external ones and estimation equations were found by linear regression analysis.*

*It was concluded that the estimation of daily global solar radiation inside the polyethylene covered structures can be made, from external values, with good precision. Although, it is not always possible to estimate the reflected short wave irradiation, inside the structures, from the external global irradiation, mainly inside structures with high reflexive cover. By the other hand, there is a high correlation between daily reflected radiation inside the structures and the global external one allowing, in this case, good precision in the estimations. It was also concluded that the daily net infrared radiation, inside the structures, can be estimated, with good precision, from daily global radiation value. The same can be said for the net daily total radiation.*

**Keywords:** *Radiation, environmental variables, data automated, environment.*

## 1 INTRODUÇÃO

A determinação dos componentes do balanço de radiação necessita de uma rede global de instrumentos específicos, para suplementar os cálculos teóricos da radiação solar que vêm em direção à superfície e da radiação no infravermelho que chega e sai da superfície. Essas informações são essenciais ao entendimento das trocas de energia entre a atmosfera e a superfície da terra e em aplicações nos problemas atmosféricos, de engenharia e biologia. A quantidade de energia radiante disponível na superfície é o saldo de radiação. As medidas de saldo de radiação em biologia são necessárias para caracterizar os estados de conforto térmico, conforto hídrico e reações biofísicas e bioquímicas. O fato dos componentes de radiação solar serem mais freqüentemente medidos que o saldo de radiação (o saldo de radiação é normalmente medido em pesquisas científicas de curto período) induziu a procura de relações entre esses componentes (Souza e Escobedo, 1996). A forma mais comum de relacionar o saldo de radiação com os componentes da radiação solar é através do modelo de regressão linear simples (Shaw, 1995; Monteith e Szeicz, 1962; Fritschen, 1967; Davies e Buttamor, 1969; André e Viswanadham, 1983; Cunha, *et al.*, 1989; Chaves, 1999), onde a componente radiação solar global ou o componente de radiação de ondas curtas é considerado variável independente, sendo específico para cada situação e local.

A medição de componentes da radiação em ambientes protegidos (estufas) sofre alteração de diversos fatores, sendo o principal, o sombreamento do sensor do radiômetro através das estruturas de sustentação das coberturas. Outras causas de variação nas medidas de radiação no interior de estufas são a forma de inclinação do teto, tipos de laterais e reflexões internas (Edwards e Lake, 1964, 1965). O ambiente de estufas com cobertura de polietileno acarreta alteração em diversos elementos meteorológicos, sendo seus efeitos ainda pouco conhecidos. O saldo de radiação de ondas curtas e longas é um dos principais elementos alterados pelo uso de cobertura de polietileno.

Muitos trabalhos têm visado a caracterização da radiação solar em estufa de polietileno no Brasil (Escobedo *et al.*, 1996). A maioria das comunicações provêm dos grupos de pesquisa no sul do país e da UNESP de Botucatu, que através de ensaios experimentais têm divulgado, não só os níveis de radiação,

como também de outras variáveis, tais como umidade, temperatura, entre outros (Camacho *et al.*, 1995; Escobedo *et al.*, 1994; Farias *et al.*, 1993).

A criação de rãs tem evoluído significativamente no Brasil ao longo das últimas décadas, sendo que vários sistemas de produção têm sido propostos, desde 1935 quando se deu o primeiro registro de importação da rã-touro. De acordo com Lima e Agostinho (1988) o interesse dos produtores, investidores e grandes empresas pela ranicultura são devido ao seu elevado potencial reprodutivo, à eficiência de sua conversão alimentar e ao bom retorno financeiro com a venda de sua carne e outros subprodutos para os mercados interno e externo.

De acordo com Figueiredo (1996) as instalações para rãs, ainda necessitam de resultados experimentais para se definir um padrão de construção que promova o melhor conforto térmico sendo que, a tecnologia para criação destes animais, para contar com maior impulso, necessita de informações a respeito das relações da rã com o ambiente e, principalmente, das situações em que se obtém os melhores desempenho.

Neste trabalho são apresentados estudos de correlações entre a radiação global e a refletida e o saldo de radiação de ondas curtas e longas, e o saldo de infravermelho em estufa de polietileno, com o objetivo de permitir sua estimativa pelos estudiosos deste ecossistema para a produção da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802)

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

No setor de ranicultura da FMVZ-UNESP de Botucatu, foram construídos três galpões com cobertura de polietileno.

Dentro de cada galpão com pilares de madeira e estrutura do telhado com tubos metálicos em arco (6m X 3m x 4.5m) foram colocadas três baias para criação, construídas com material alternativo

(caixas de fibrocimento de 750 l). Cada galpão recebeu um tipo de cobertura plástica de PVC de 0,1 mm de espessura de cores: branca, transparente e verde.

No interior de cada estufa, mediu-se, no período de março a setembro de 1999, de forma contínua ao longo do dia, com uso do datalogger Campbell 21X, a irradiância global e a refletida e o saldo de ondas curtas e longas, e o saldo de infravermelho. No ambiente externo, mediu-se, a radiação global.

Dentro das estruturas, os sensores de radiação foram colocados em um suporte apropriado, aproximadamente no centro da estufa e a 2 metros do solo.

Um saldo radiômetro Kipp & Zonen modelo NR Lite (constante =  $10,06 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ) foi usado para medir a irradiância global, a refletida e o saldo de infravermelho em uma estufa, enquanto dois piranômetros LICOR (constantes =  $78 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$  e  $77 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ) mediam a irradiância global nas outras duas. Devido ao número limitado de aparelhos para medição das componentes de radiação, estes eram mudados periodicamente de uma estufa para outra, como será descrito a posteriori.

O piranômetro (Kipp & Zonen CM3; constante =  $11,99 \times 10^{-6} \text{ V/W/m}^2$ ), foi usado para medição da radiação global externa.

O datalogger operou na frequência de 0,03 Hz, ou seja, cada canal foi lido duas vezes por minuto, sendo armazenada, de forma definitiva, a média de 5 minutos (5 leituras de cada canal). Sendo os dados transferidos, rotineiramente a um computador e gravados em disco no formato ASCII.

A rotina de troca dos aparelhos entre as estufas, devido ao número limitado de aparelhos para medida do saldo de ondas longas e curtas, foi a seguinte: inicialmente sorteou-se uma estufa que recebeu o saldo radiômetro por uma semana. Na semana seguinte estes aparelhos foram deslocados para outra estufa (também escolhida por sorteio) sendo o piranômetro desta estufa colocado naquela de onde os aparelhos vieram. Na terceira semana, os aparelhos foram colocados na estufa restante. Retornou-se com os aparelhos à primeira estufa, na semana seguinte, e o processo se repetiu até o fim do experimento, totalizando sete semanas para cada estufa.

Para tabulação dos dados ambientais foram feitos os seguintes procedimentos:

1) Os dados foram separados em arquivos diários (de 0 hora até 24 horas) e gravados em planilhas do Microsoft Excel. Este trabalho foi necessário devido à forma de coleta de dados automatizados que conduzia a que dados de um mesmo dia estivessem contidos em dois arquivos diferentes.

2) A partir destes arquivos diários, desenvolveu-se uma rotina (Visual Basic for Applications) para agrupar os dados em um só arquivo e separar as variáveis que se pretendia analisar.

Foram criados os seguintes arquivos:

**Radiações Medidas Dentro e Fora das Estufas**- No caso deste arquivo, com base na planilha que fornece a localização de cada aparelho, visto que os mesmos tiveram que ser trocados de estufa para estufa periodicamente, de forma a se medir o balanço de ondas longas e curtas separou-se as componentes relativas a cada estufa.

**Componente Refletida e Infravermelha** - Separou-se, para cada estufa as componentes: GLOBAL e REFLETIDA e do SALDO INFRAVERMELHO da radiação instantânea e diária.

Os valores das variáveis ambientais foram utilizados na confecção de modelos empíricos, utilizando análise de regressão linear, que relacionam as variáveis ambientais no interior do galpão e das baias com o ambiente externo. Também se relacionou variáveis internas ao galpão entre si.

Fez-se a análise das variáveis através de estatísticas descritivas, distribuições de frequência e de gráficos genéricos.

Foram feitas as seguintes correlações:

Radiação global diária no interior de cada estufa com a global diária externa.

Irradiância global com a irradiância refletida, no interior de cada tipo de cobertura.

Radiação global diária com a refletida, no interior de cada uma das estruturas.

Radiação global diária com o saldo diário de radiação infravermelha.

Radiação global diária com o saldo de radiação total diário.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

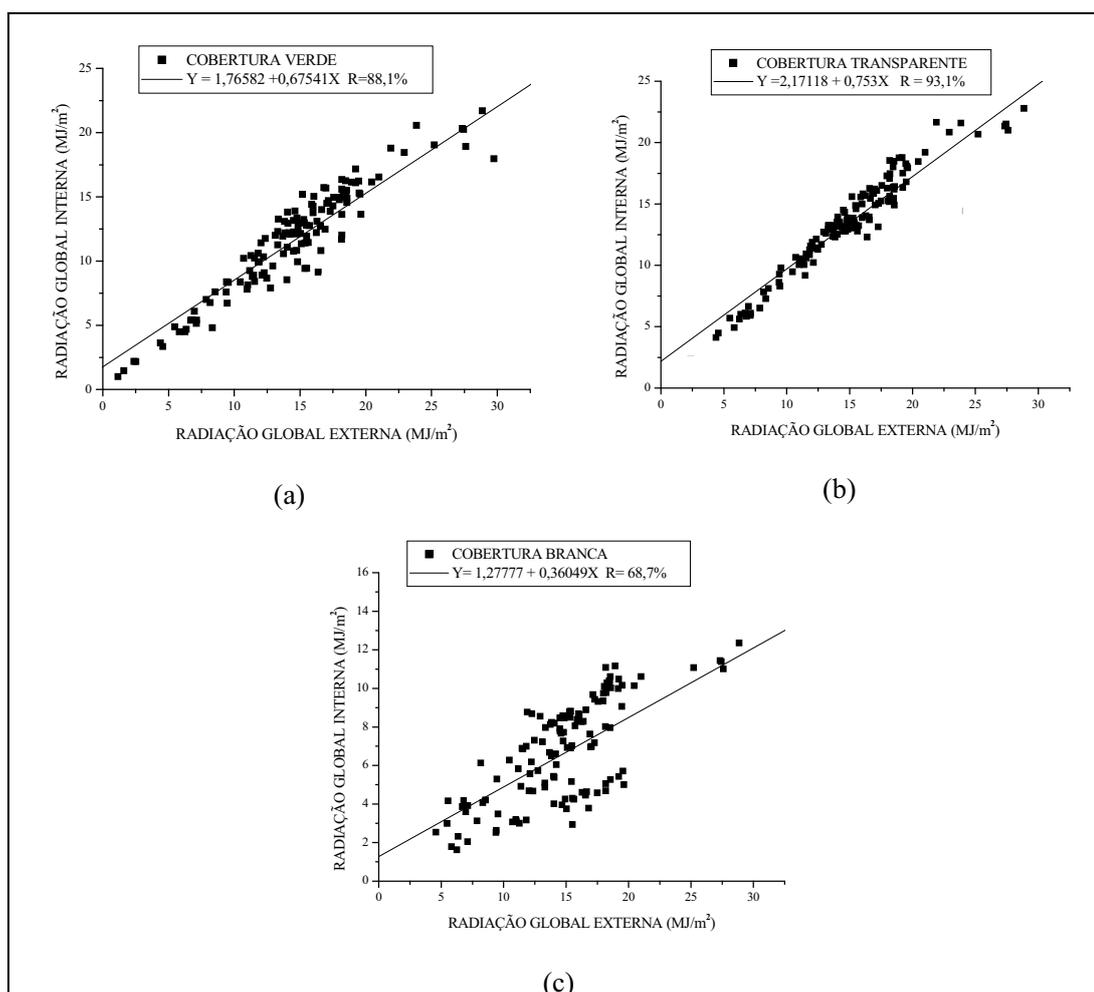
O Quadro 1 apresenta algumas estatísticas descritivas da radiação global diária, para cada local de medição. A estufa que apresentou maiores valores de radiação global internamente foi a transparente, seguida da verde. O interior da estufa branca apresentou valores bem menores de radiação global. Na média houve uma atenuação de 8,1% da radiação global externa pela cobertura transparente e de 18,7% e 54,3% para as coberturas verde e branca, respectivamente.

**Quadro 1.** Estatísticas descritivas da radiação global diária, para cada local de medição

Estatística	Local de Medição			
	Externo	Verde	Transparente	Branca
<b>Média</b>	14,74974	11,72798	13,27779	6,59486
<b>Desvio Padrão</b>	5,42073	4,15529	4,38165	2,84537
<b>Erro Médio</b>	0,45814	0,35119	0,3703	0,24048
<b>Mínimo</b>	1,1529	1,0048	0,9048	0,5736
<b>Máximo</b>	29,73	21,703	22,789	14,233
<b>Amplitude</b>	28,577	20,698	21,884	13,659
<b>Total</b>	2065	1641,9	1858,9	923,28

Observa-se, pelo Quadro 1, que o total de radiação ao longo do experimento nas estufas com cobertura verde e transparente, embora aparentemente próximo, implica numa diferença em relação à estufa transparente de cerca de 18 vezes a média diária de radiação da estufa verde. Por outro lado, esta diferença é bastante maior quando se comparam estas coberturas com a branca. Neste caso a diferença nos totais é de aproximadamente 141 vezes a média diária da estufa branca quando se compara esta com a transparente ou aproximadamente 109 vezes, quando a comparação é feita em relação à estufa verde.

Os gráficos da Figura 1 mostram a relação entre a radiação global diária no interior de cada estufa e a externa. Também são mostradas as equações de regressão linear entre a radiação global no interior de cada cobertura com a radiação global externa e os respectivos coeficientes de correlação.

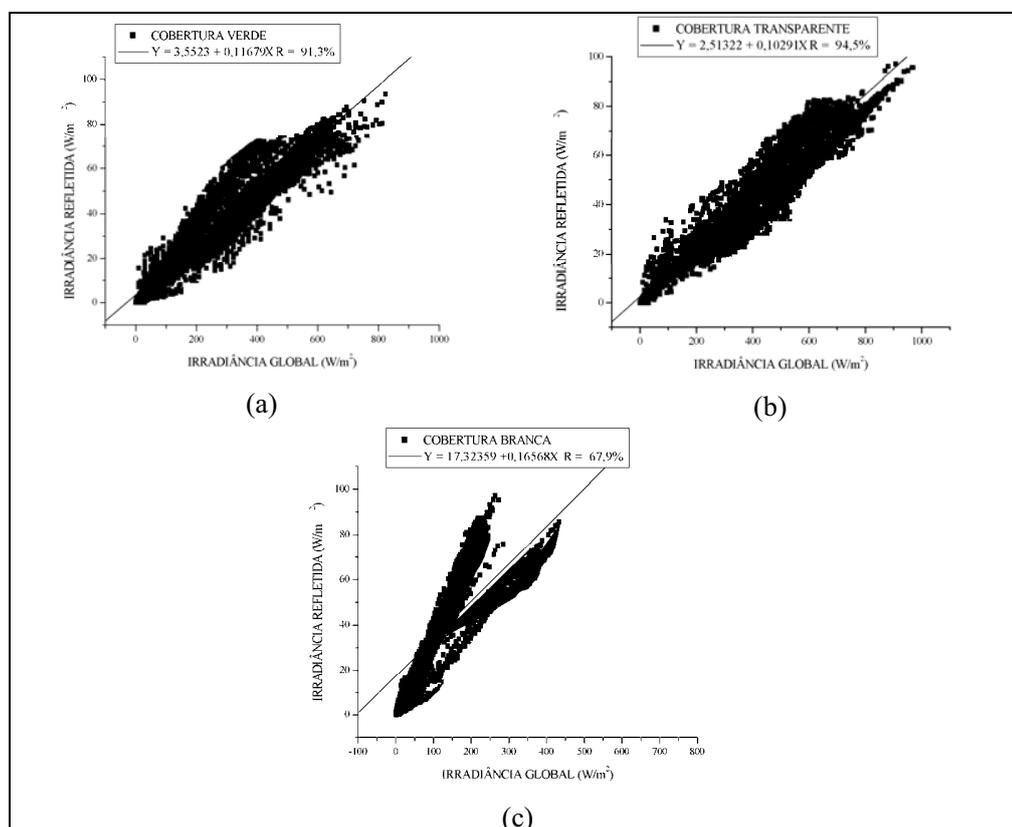


**Figura 1.** Relação entre a radiação global diária externa e a interna para as estufas com coberturas plásticas: (a) verde; (b) transparente e (c) branca.

Foram encontrados coeficientes de correlação linear entre a radiação global diária externa e a do interior da estufa de 93,1%; 88,1% e 68,7% para as coberturas: transparente, verde e branca, nesta ordem. Embora podendo ser considerados bons, observou-se que os coeficientes de correlação diminuem à medida que diminui a transparência da cobertura. Esta diminuição pode ser explicada pela reflexão e absorção e transmissão nas paredes internas e no teto da estufa.

Os dados de radiação global são contínuos, mas os da radiação refletida e do saldo de radiação infravermelha são descontínuos, sendo que cada estrutura recebeu o saldo radiômetro por 49 dias.

A Figura 2 mostra a relação entre a irradiância global e a refletida, para cada tipo de cobertura e as equações de regressão obtidas para se estimar a irradiância refletida a partir da irradiância global.



**Figura 2.** Relação entre irradiância solar refletida e a irradiância solar global, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Os coeficientes de correlação obtidos foram 91,3%; 94,5% e 67,9% para as estruturas com cobertura verde, transparente e branca, respectivamente. Uma possível razão para o coeficiente de correlação, no caso da cobertura branca, ser bem menor que os demais pode estar na grande quantidade de reflexão que ocorre internamente na estrutura. Na cobertura branca, cerca de 50% da radiação global externa é barrada, a componente que penetra na estrutura é bastante refletida pelas paredes e pelo próprio teto. Temos, portanto, uma predominância de radiação difusa, dentro da estrutura.

Uma comparação entre os valores da irradiância refletida e da irradiância global em cada estrutura mostra que esta corresponde, em média, a 13,1%; 10,8% e 34,5% da global nas coberturas verde,

transparente e branca, respectivamente. Estes valores corroboram a hipótese de que é difícil na cobertura branca, a obtenção de uma boa correlação entre estas componentes, visto que além de predominantemente difusa, a irradiância refletida aproxima-se, em intensidade, da global.

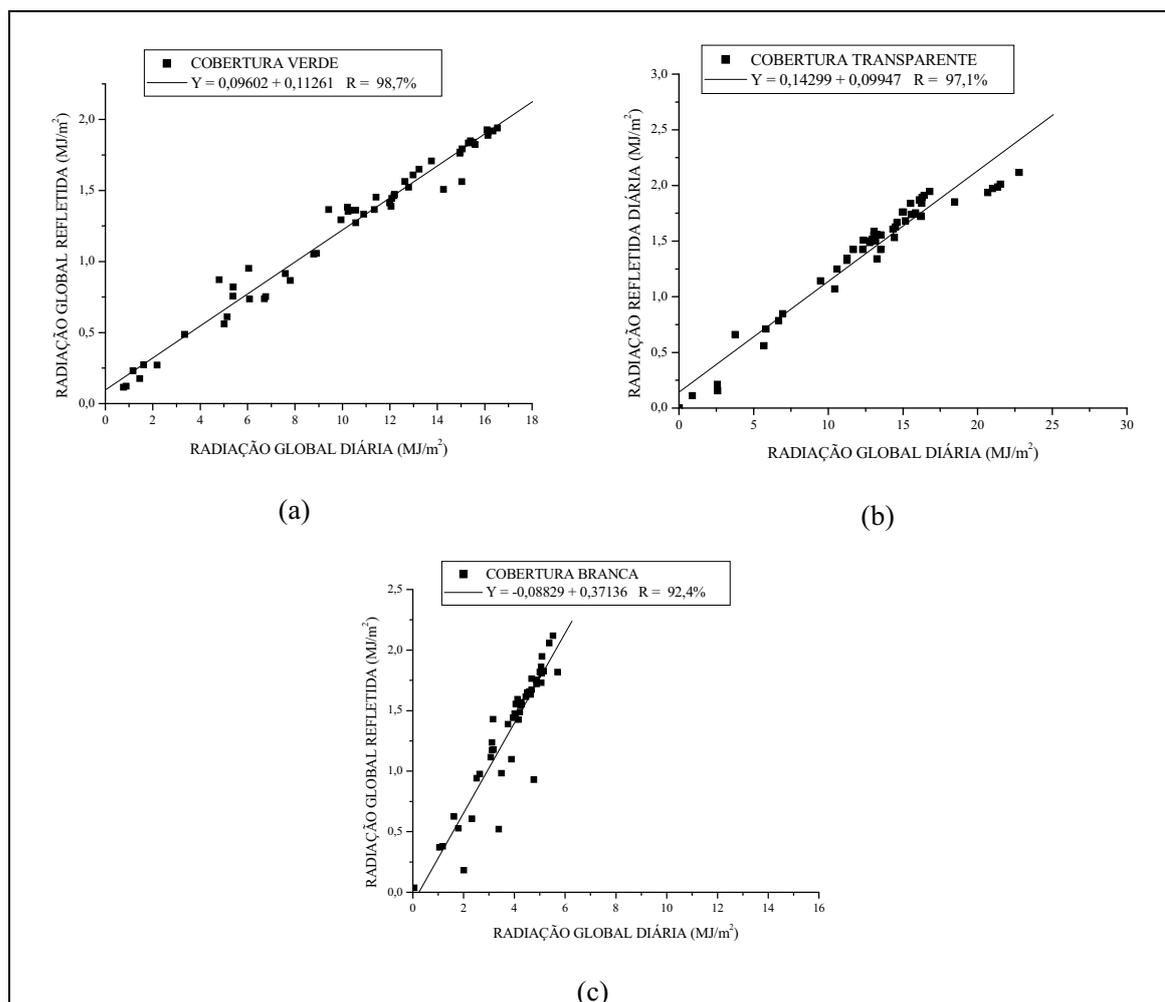
A análise de regressão foi utilizada na busca de equações que correlacionem a radiação refletida diária com a global, no interior das estruturas. A Figura 3 mostra os resultados destas análises.

Os coeficientes de correlação encontrados foram de 98,7%, 97,1% e 92,4%, para as coberturas: verde, transparente e branca, respectivamente. Estes coeficientes são maiores que os obtidos para o caso da relação entre as irradiâncias, particularmente no caso da cobertura branca. Possivelmente a integração dos valores acabou eliminando a variabilidade instantânea, o que levou ao aumento no valor destes coeficientes.

Como os dados de radiação infravermelha, para uma mesma estufa, foram colhidos em períodos semanais diferentes, não se fez estatísticas descritivas dos mesmos, apenas se procurou correlacioná-los com a radiação global diária correspondente, para se verificar a possibilidade de conhecendo-se a radiação global, estimar-se o saldo de ondas longas (infravermelho) uma vez que a instrumentação para medição da radiação global é, geralmente, mais disponível.

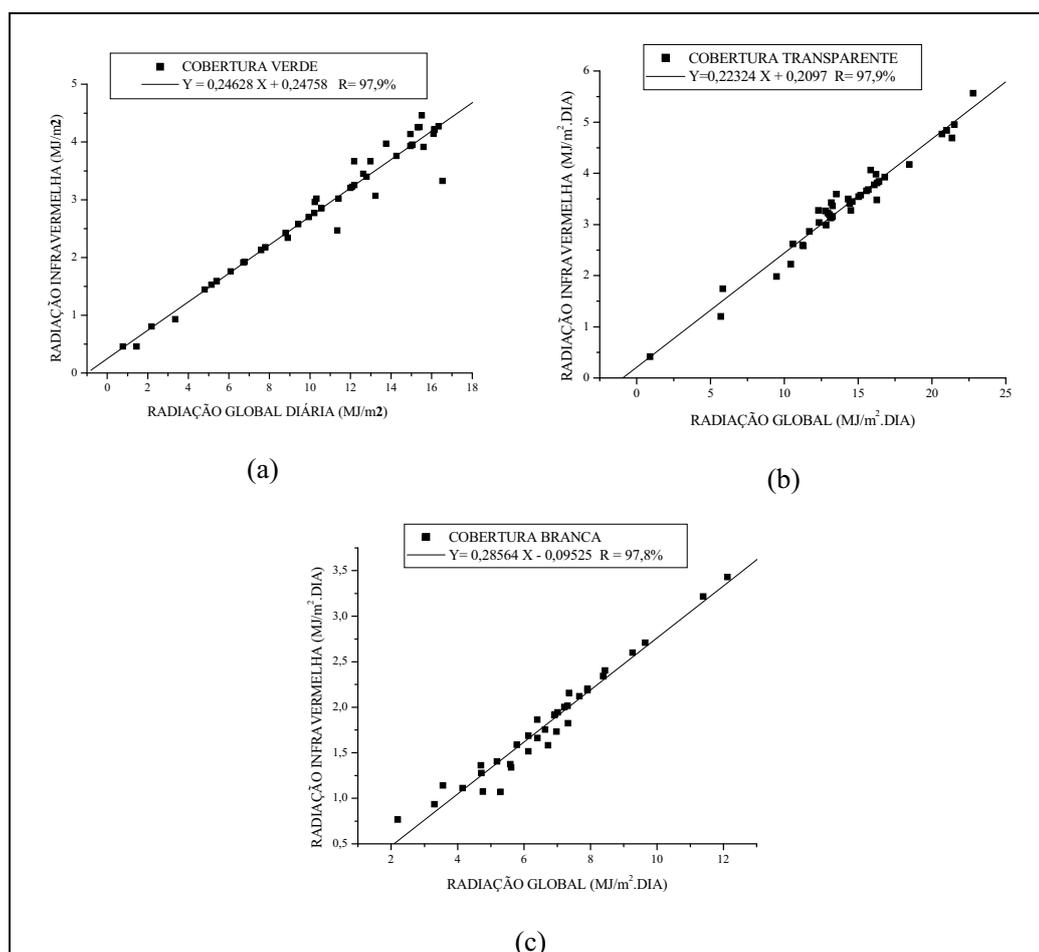
A Figura 4 mostra as relações entre a radiação global e o saldo infravermelho para cada cobertura, bem como as equações de regressão correspondentes, com os respectivos coeficientes de correlação.

Os valores relativamente altos dos coeficientes de correlação encontrados (em torno de 97,9% em todos os casos) mostram a possibilidade de se estimar o saldo de radiação infravermelha (ondas longas) no interior das estruturas, a partir da radiação global, com boa precisão.



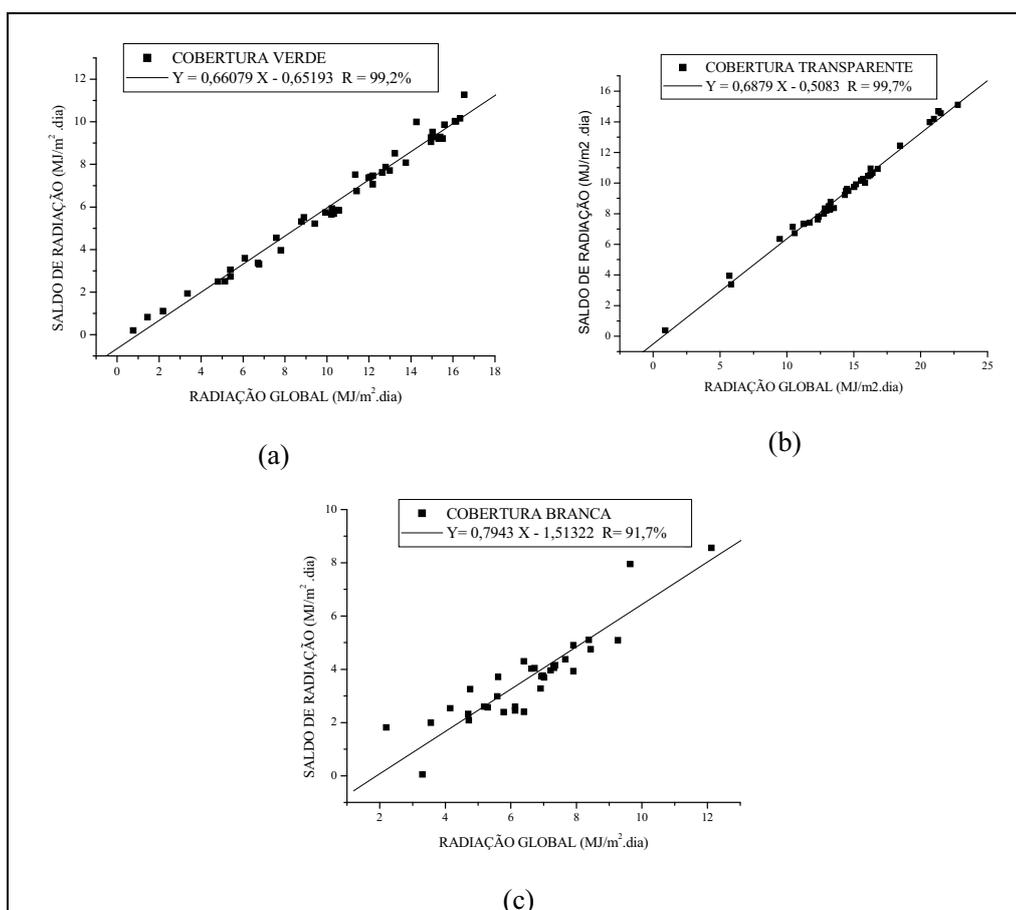
**Figura 3.** Relação entre a radiação solar refletida e a radiação solar global diária para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Procurou-se, para o saldo total de radiação, uma relação linear com a radiação global diária. A Figura 5 mostra estas relações, com as equações de regressão e os respectivos coeficientes de correlação. Neste caso, os coeficientes de correlação também foram bastante elevados (99,2%; 99,7% e 91,7%, para a cobertura verde, transparente e branca, nesta ordem) indicando que a estimativa do saldo de radiação diário, no interior das estruturas, a partir da radiação global diária, por uma relação linear, pode ser bastante preciso.



**Figura 4.** Relação entre radiação global e o saldo de radiação infravermelha diárias, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

Cabe uma discussão sobre o menor valor do coeficiente de correlação para a estufa branca, podendo esta ocorrência ser atribuída à menor correlação entre radiação global e refletida encontrada nesta cobertura, como quando se discutiu a radiação refletida.



**Figura 5.** Relação entre radiação global e o saldo de radiação diário, para as coberturas: (a) verde, (b) transparente e (c) branca.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados e sua confrontação com valores obtidos na literatura, nos permitem chegar as seguintes conclusões:

A estimativa de valores de radiação global diária interna às estruturas de polietileno pode ser feita, com boa precisão, a partir de valores externos, tomados próximos das mesmas. O mesmo ocorre com a temperatura do ar e com as temperaturas mínima e média diárias do ar.

Nem sempre é possível estimar, no interior das estruturas, com boa precisão, a irradiância refletida, a partir da global, principalmente em estruturas com paredes que têm alta refletividade. Por outro lado, existe uma alta correlação entre o valor da radiação refletida diária e o da radiação global, permitindo, neste caso, boa precisão das estimativas.

O saldo diário de radiação infravermelha, no interior das estufas, pode ser estimado satisfatoriamente a partir da radiação global diária. O mesmo acontece com o saldo diário total de radiação.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉ, R. G. B., VISWANADHAN, Y. Radiation balance of soybeans grown in Brazil. *Agric. Meteorol.*, v.30, p.157-73, 1983.
- CAMACHO, M. J., ASSIS, F. N., MARTINS, S. R. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, v.3, p.19-24, 1995.
- CHAVES, M. A. *Sistema de informação e modelagem de radiação solar*. Botucatu, 1999. 237p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de São Paulo.
- CUNHA, G. R. *et al.* Balanço de energia em cultura de milho: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, 1989, Maceió. *Anais...* Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.417-26.
- DAVIES, J. A., BUTTIMOR, P. H. Reflection coefficients, heating coefficients and net radiation at Simcoe, Southern Ontario. *Agric. Meteorol.*, v.6, p.373-86, 1969.
- EDWARDS, R. I., LAKE, J. V. Transmission of solar radiation in a large-span east-west glasshouse glazed with diffusing glass. *J. Agric. Eng. Res.*, v.9, p.245-9, 1964.
- EDWARDS, R. I., LAKE, J. V. Transmission of solar radiation in a small east-west glasshouse. *J. Agric. Eng. Res.*, v.10, p.197-201, 1965.

- ESCOBEDO, J. F., FRISINA, V. A., SOARES, J. Correlações das irradiâncias global e difusa em estufa de polietileno sob diferentes condições espectrais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 1996, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1996. p.541-4.
- ESCOBEDO, J. F., MELO, J. M. D., FRISINA, V. A. Radiações solar global e fração da global refletida em estufa tipo túnel com cobertura de polietileno. In: CONGRESSO IBÉRICO DE ENERGIA SOLAR, 7, 1994, Vigo, Espanha. *Anais...* Vigo, Espanha: Sociedade Internacional de Energia Solar, 1994. p.53-8.
- FARIAS, J. R. B. *et al.* Efeitos da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, v.1, p.31-6, 1993.
- FIGUEIREDO, M. R. C. *Influência dos fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (Rana catesbeiana Shaw, 1802) em gaiolas.* Viçosa, 1996. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.
- FRITSCHEN, L. J. Net and solar radiation relations over irrigated field. *Agric. Meteorol.*, v.4, p.55-62, 1967.
- LIMA, S. L., AGOSTINHO, C. A. *A criação de rãs.* Rio de Janeiro: Globo, 1988. 187p.
- MONTEITH, J. L., SZEICZ, G. Radiative temperature in the heat balance of natural surface. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, v.88, p.496-507, 1962.
- SHAW, R. H. Comparison of solar radiation and net radiation. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, v.37, p.205-6, 1956.
- SOUZA, J. L., ESCOBEDO, J. F. Estimativas de componentes do balanço de radiação em casa de vegetação com cobertura de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 1996, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1996. p.339-42.