

EFEITO DO ESTRESSE CALÓRICO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS

Francisco Renalvo de Almeida Ferro

Universidade Federal de Alagoas. Zootecnista. CECA, UFAL BR 104 NORTE 85 – MATA DO ROLO – 57100 – 000 – Rio Largo, AL – Brasil E – mail: ycmzte11@gmail.com

Cícero Cerqueira Cavalcanti Neto

Prof^o Dr^o. CECA, UFAL Universidade Federal de Alagoas BR 104 NORTE 85 – MATA DO ROLO – 57100 – 000 – Rio Largo, AL – Brasil E – mail: cicerodurao@ig.com.br

Manoel da Rocha Toledo Filho

Prof^o Dr^o. UFAL Universidade Federal de Alagoas BR 104 NORTE 85 – TABULEIRO DOS MARTINS -57072- 970
E – mail: Toledo@cce.ufal.com.br

Simona Teobaldo Sanchez Ferri

Dr^a. MEDICINA VETERINÁRIA. RUA JOSÉ MIGUEL 330, FAROL – 57055-160 MACEIÓ, AL – Brasil
E – mail: monasanchez@ig.com.br

Yamina Coentro Montaldo

Universidade Federal de Alagoas Zootecnista, CECA, UFAL BR 104 NORTE 85 – MATA DO ROLO – 57100 – 000 – Rio Largo, AL – Brasil E – mail: yaminacm@hotmail.com

RESUMO - Esta revisão bibliográfica aborda a magnitude dos efeitos do estresse calórico sobre a reprodução em vacas de alta produção de leite nos climas tropicais e subtropicais, causadores dos perigos ao êxito produtivo para os criadores, sendo ocasionados pelas condições climáticas como altas temperaturas associadas a altas umidades relativas, ventos e radiação solar. Citaram-se dados sobre os diferentes casos nas regiões que possuem ambientes térmicos desfavoráveis. As metodologias utilizadas foram pesquisas em livros, teses nacionais e do exterior e artigos. Os efeitos do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras são vários: largos ciclos estrais; diminuição nas horas de cio; falha nas manifestações de cio causada pela indisponibilidade física e por desvios hormonais dificultando o trabalho dos tratadores quanto à inseminação artificial como também a monta natural; inseminações e montas sem concepção devido à baixa qualidade do sêmen e às ovulações inférteis, causadas por desníveis de gonadotrofinas e esteróides sexuais; cistos ovarianos, causados pelos mesmos desníveis hormonais; desenvolvimento embrionário e gestação comprometidos pelo baixo fluxo sanguíneo uterino e pelo aumento da temperatura do útero como também pelas alterações nos níveis de progesterona, passando o embrião por desenvolvimento precário, não secretando este proteínas essenciais à termólise e ao reconhecimento materno, tendo como consequência a mortalidade; As novilhas, em estresse calórico, mantém a gestação quando de não prolongamento de estresse. As vacas zebuínas apresentam efeitos adversos no inverno. As alternativas para atenuar os efeitos do estresse calórico na reprodução são diversas, indo do planejamento de instalações até a transferência de embriões criopreservados ou in natura. Concluiu-se que, ante a ameaça do aquecimento global, são cruciais sistemas de manejo bem planejados e soluções de base como o melhoramento e a arborização, como sistemas silvipastoris, os quais aumentam o conforto térmico e, conseqüentemente, os índices fisiológicos.

Palavras-chave: reprodução, estresse calórico, vacas leiteiras.

EFEITO DE ESTRÉS CALÓRICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS

RESUMEN - Esta revisión se centra en la magnitud de los efectos del estrés calórico sobre la reproducción en vacas de alta producción de leche en las regiones tropicales y subtropicales, provocando riesgos para la producción de éxito para los desarrolladores, siendo causado por las condiciones climáticas como las altas temperaturas asociadas con un alto humedad relativa, viento y radiación solar. Citados son los datos sobre casos individuales en las regiones con entornos desfavorables térmica. Los métodos de investigación se utilizaron en los libros, tesis y artículos nacionales y extranjeros. Los efectos del estrés térmico sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras son varias: Amplio ciclos de celo, la reducción de las horas del estro, el fracaso de las expresiones de calor causado por la falta de disponibilidad de las desviaciones físicas y hormonales entorpecer el trabajo de los asistentes acerca de la inseminación artificial, así como montajes natural, la inseminación y la concepción sin soportes, debido a la baja calidad de esperma e

infertilidad ovulación provocada por las irregularidades de las gonadotropinas y los esteroides sexuales, los quistes de ovario, causado por las irregularidades hormonales mismo, el desarrollo embrionario y embarazo afectado por el bajo flujo sanguíneo y el aumento de útero la temperatura del útero, sino también por los cambios en los niveles de progesterona, a partir del embrión de trastornos del desarrollo no segregan esta proteína esencial para la termólisis y el reconocimiento de la madre, y por lo tanto la mortalidad, las novillas en el estrés por calor, cuando el embarazo no ha estrés prolongado. El ganado Cebú tener efectos adversos en invierno. Las alternativas para mitigar los efectos del estrés calórico sobre la reproducción son diversos, van desde los servicios de planificación de la transferencia de embriones criopreservados o en especie. Se concluyó que, frente a la amenaza del calentamiento global, son sistemas esenciales de gestión bien diseñados y basados en soluciones como la mejora y repoblación forestal, como los sistemas silvopastoriles, que aumenta el confort térmico y, en consecuencia, los índices fisiológicos.

Palabras clave: reproducción, el estrés por calor, las vacas lecheras.

EFFECT OF CALORIC STRESS ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF DAIRY COWS

ABSTRACT - This review discusses the magnitude of the effects of heat stress on reproduction in cows of high milk production in tropical and subtropical regions, causing hazards to successful productive for developers, being caused by climatic conditions such as high temperatures associated with high humidities, wind and solar radiation. Cited are data on individual cases in regions with unfavorable thermal environments. The research methodologies were used in books, theses and foreign national and articles. The effects of heat stress on reproductive performance of dairy cows are several: large estrous cycles, fewer hours of oestrus, failure of the expressions of heat caused by the unavailability of physical and hormonal differences hindering the work of the attendants about the artificial insemination as well as mounts natural; insemination and conception without mounts due to the low quality of semen and ovulation infertility caused by unevenness of gonadotropins and sex steroids, ovarian cysts, caused by the same unevenness hormonal; embryonic development and pregnancy compromised by the low uterine blood flow and increase in temperature of the uterus but also by changes in progesterone levels, from the embryo for underdeveloped, non-secreting this protein essential to thermolysis and the maternal recognition, and consequently the mortality; The heifers in heat stress, maintains pregnancy when no extension of stress. The Zebu cattle have adverse effects in winter. The alternatives to mitigate the effects of heat stress on reproduction are diverse, ranging from facilities planning to the transfer of embryos cryopreserved or fresh. It was concluded that, compared to the threat of global warming, are crucial management systems well designed and based solutions as the improvement and afforestation, as silvopastoral systems, which increases thermal comfort and consequently, the physiological indices

Keywords: breeding, heat stress, dairy cows.

INTRODUÇÃO

Para uma máxima lucratividade na produção leiteira é necessária a normalidade no ciclo reprodutivo. Produção e reprodução têm estreita relação. Devido a essa relação, os fatores ambientais podem afetar a produção em diversas circunstâncias atingindo a performance reprodutiva de um animal.

O ambiente, principalmente o ambiente físico, tem grande influência sobre a fisiologia animal. O ambiente térmico, uma das divisões deste, é determinado pelo clima de uma região. Neste ambiente encontram-se os fatores climáticos como: temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do ar, que são reunidos em uma única variável, a temperatura efetiva (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Quando a temperatura efetiva está acima da zona de conforto térmico dos animais, intervalo em que não há esforço dos mecanismos termorreguladores para dissipação de calor, ocorre um excedente de calor

produzido em relação ao dissipado, causando aumento da frequência respiratória, temperatura corporal e sudorese. Estas condições caracterizam o estresse calórico (BAÊTA e SOUZA, 1997; TITTO et al, 1998; PIRES et al., 1999).

As regiões de clima tropical e subtropical possuem grande ocorrência desse tipo de estresse devido às altas temperaturas e a intensidade da radiação solar (SILVA et al, 2001). Vacas produtoras de leite não são eficientes em dissipar calor pelo fato de gerarem alto calor endógeno devido ao metabolismo para a produção (VASCONSELOS, 2001).

Para a adaptação ao clima em que o animal está sendo submetido, há uma mudança de comportamento e também de respostas neuroendócrinas e fisiológicas para manutenção da homeostase (PIRES et al., 1999; GLASER, 2003). Em relação à reprodução, no estresse calórico, os níveis de gonadotrofinas e hormônios gonadais são alterados, prejudicando assim o ciclo reprodutivo. Diante dessas mudanças, é comum a ocorrência de redução de fertilidade, baixas taxas de

identificação de estro, diminuição das taxas de concepção, aborto e mortalidade embrionária (PIRES et al., 1999). Estas condições acarretam um grande prejuízo para os criadores.

Diante desses problemas vários estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de diminuir a influência das altas temperaturas sobre a atividade reprodutiva das vacas. Alternativas como submeter fêmeas nos primeiros dias de prenhez a confortos térmicos artificiais, transferência de embriões com sete dias, utilização de antioxidantes (glutathiona, taurina e vitamina E), que agem como termoprotetores celulares reduzindo a ação de radicais livres tóxicos para as células, ventilação forçada associada a banhos por aspersão nas horas mais quentes do dia, etc, têm mostrado muita eficácia, porém tal problema requer ainda esforço conjunto de técnicos e produtores devido à ameaça do aquecimento global.

O objetivo dessa monografia é levantar dados bibliográficos sobre os efeitos do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas de leite.

Ambiente

Define-se o ambiente como tudo o que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo, não envolvendo os fatores genéticos. O ambiente externo é composto dos fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos que afetam o comportamento animal. Esses fatores determinam o tipo de relação animal-ambiente (SILVA, 2000; COSTA e SILVA, 2003; GLASER, 2003).

Todos os fatores ambientais, em condições hostis, exigem do animal a ativação de mecanismos físicos e fisiológicos para manter a sua *homeostase*, que é o equilíbrio dinâmico do organismo caracterizado pela auto-regulação químico-funcional ante a variação ambiental (COSTA e SILVA, 2003; FEITOSA, 2005).

O clima de uma região é o conjunto de condições meteorológicas peculiares do estado médio atmosférico num ponto da superfície terrestre composto por elementos que são alterados por ocorrências meteorológicas, geográficas e astronômicas. O ambiente térmico no qual vive o indivíduo é composto dos elementos temperatura, umidade relativa do ar, ventos e radiação solar, que podem ser unidos em uma única variável, a temperatura efetiva (BAÊTA e SOUZA, 1997; FERREIRA, 2001).

Define-se temperatura como a grandeza pela qual se mede o estado de agitação das partículas de um

determinado corpo. Outro conceito a define como a medida de energia cinética média das moléculas ou átomos individuais (GRIMM, 1999; BRASILESCOLA, 2006). A medida de temperatura informa o estado térmico no qual se encontra o corpo. Considera-se o calor como um tipo de energia que transita de um corpo de temperatura maior para outro de temperatura menor (GRIMM, 1999; BRASILESCOLA, 2006).

Os ruminantes são animais homeotermos, isto é, possuem funções fisiológicas capazes de manter a temperatura corporal em constância, independentemente da variação da temperatura ambiente (em limites apreciáveis). Em bovinos, os limites ideais de temperatura corporal para a produtividade e a sobrevivência devem ser mantidos entre 38°C e 39°C (PIRES et al, 1999; FEITOSA, 2005; RODRIGUES, 2006).

O controle da temperatura corporal de um animal se dá pelo equilíbrio do calor produzido pelo organismo e do ganho do ambiente com o perdido para o mesmo ambiente. Para dissipar ou reter calor o animal utiliza-se de mecanismos fisiológicos e comportamentais. Tais mecanismos contribuem para a manutenção da *homeotermia*. Dentre esses mecanismos, para dissipar calor, podem-se citar: aumento de taxa respiratória, aumento dos batimentos cardíacos, sudorese, aumento na ingestão de água, diminuição na ingestão de alimentos, a procura por lâminas de água, etc (RODRIGUES, 2006).

A Umidade Relativa (UR) é o índice que indica o quanto o ar está próximo da saturação em vapor de água. Tal índice não indica, porém, a saturação real do ar em vapor de água. Pode ser expresso pela equação:

$$UR = \frac{W}{W_s} * 100 \quad (\%) \quad (1)$$

onde W é a mistura real W_s é a mistura de saturação.

A quantidade de umidade para a saturação é dependente da temperatura. Partindo desse princípio, acrescentando ou excluindo vapor de água a uma temperatura constante haverá mudança de UR. Por outro lado, se a quantidade de vapor de água permanecer constante, um decréscimo de temperatura ocasionará em aumento de UR e um acréscimo desta mesma acarretará em diminuição de UR. A variação de UR se dá por três causas: variação da temperatura durante o dia; o movimento horizontal da massa de ar (vento) e o movimento vertical da massa de ar (GRIMM, 1999). (Figura 1).

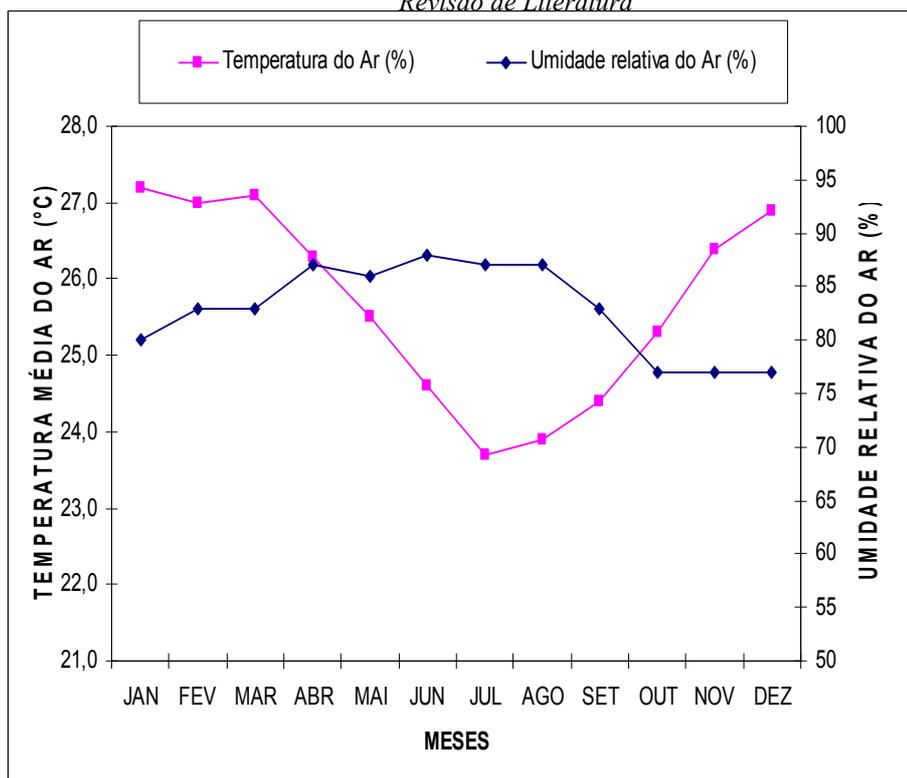


FIGURA 1. Exemplo da variação diária de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) para o município de Pilar, AL. Fonte: ICAT/UFAL.

Quando a temperatura altera-se de tal modo a atingir o ponto crítico de desconforto, a UR é importante para os mecanismos evaporativos de dissipação de calor, pois em condições de umidade elevada há inibição de evaporação pela pele e pelo trato respiratório, aumentando as condições estressantes ao animal. As melhores condições de temperatura e umidade relativa para criar animais, em termos gerais, estão em torno de 13 a 18°C e 60 a 70%, respectivamente, segundo Pires et al (2003). Para gado europeu, os mesmos autores citaram, que as condições adequadas se encontrariam em regiões com uma média mensal de temperatura abaixo de 20°C associada a uma umidade relativa em torno de 50 a 80%.

Da energia solar incidente sobre o planeta, 51% atinge a superfície e é absorvida (a radiação direta e espalhada pela superfície), 20% é refletida pelas nuvens, sendo o topo destas os refletores de radiação mais importantes, 4% é refletida pela superfície, 19% é absorvida pela atmosfera e pelas nuvens e 6% é espalhado para o espaço pela atmosfera. A absorção de radiação é caracterizada pela reação fotoquímica, que ocorre quando um fóton transmite energia a uma molécula de gás. Com isso, a tal adquire instabilidade e divide-se em novas partículas (GRIMM, 1999; Silva, 2000).

Quanto à absorção de radiação terrestre, há um papel muito crucial do vapor de água e de CO₂. O primeiro é cinco vezes mais eficiente neste serviço, sendo responsável pelas altas temperaturas na baixa troposfera. O vapor de água conjuntamente com CO₂ absorve as

ondas longas da superfície terrestre, correspondentes a um tamanho de 3 a 30µm (uma vez que a atmosfera é transparente a ondas curtas), acarretando esta absorção um processo, em parte, de reirradiação para o exterior e, em parte para a superfície caracterizando um ciclo de trocas de calor, tornando a temperatura 35°C mais alta do que seria. Um fato curioso em relação ao CO₂ e ao vapor de água é a ocorrência de temperaturas mais baixas durante a noite nas montanhas. Isto se explica pela atmosfera menos densa (mais desprovida de gases) na qual os raios diretos e os da reflexão terrestre atravessam, o que acarreta mais perda de calor (GRIMM, 1999; SILVA, 2000).

Para os animais de criação, do total do calor radiante sobre estes, quando não estão na sombra, 50% provém da radiação solar direta e da radiação refletida pelas nuvens e 50% provém da radiação solar refletida pelo solo e os demais objetos que estão ao seu redor (ROMAN PONCE, 1978).

A unidade Langley de radiação solar corresponde a 1 caloria-grama por centímetro quadrado de superfície irradiada (CTEEP, 2007).

Chama-se “vento” o movimento do ar na atmosfera, uma corrente contínua de parcelas de ar resultante do deslocamento das massas de ar “oriundo das diferenças de pressão atmosférica entre regiões distintas” (GRIMM,1999; WIKIPEDIA, 2006). As diferenças de pressão atmosférica entre as regiões responsáveis pelo deslocamento das massas de ar têm origem térmica e estão relacionados com a radiação solar e os processos de

aquecimento das massas (GRIMM, 1999; WIKIPEDIA, 2006).

Os ventos têm dois componentes: o horizontal e o vertical. O primeiro, nas direções leste-oeste, norte e sul, e o segundo, para cima e para baixo. O componente vertical tem grande influência na formação de nuvens, porém, Grimm (1999) ressaltou ser útil a separação dos dois componentes e considera como “vento” o componente horizontal.

A via de regra para o movimento do ar em sentido horizontal é a existência de uma força de gradiente de pressão que desloca as massas de ar de um local de alta pressão para outro de baixa (Figura 2).

Logo após, outra força defletora chamada *força de Coriolis* (Figura 3), põe-se em ação. A *força de Coriolis* consiste no efeito da rotação da terra sobre a massa de ar circulante. Esta força é máxima nas regiões polares e nula no equador.

A *força de atrito* age no movimento do ar diminuindo sua velocidade, visto que este é um fluido que tem grau de viscosidade de acordo com a temperatura. Somando-se a estas forças encontra-se a *força centrífuga*. A força de gradiente de pressão produz os ventos e as demais forças o modificam (GRIMM, 1999; SILVA, 2000).

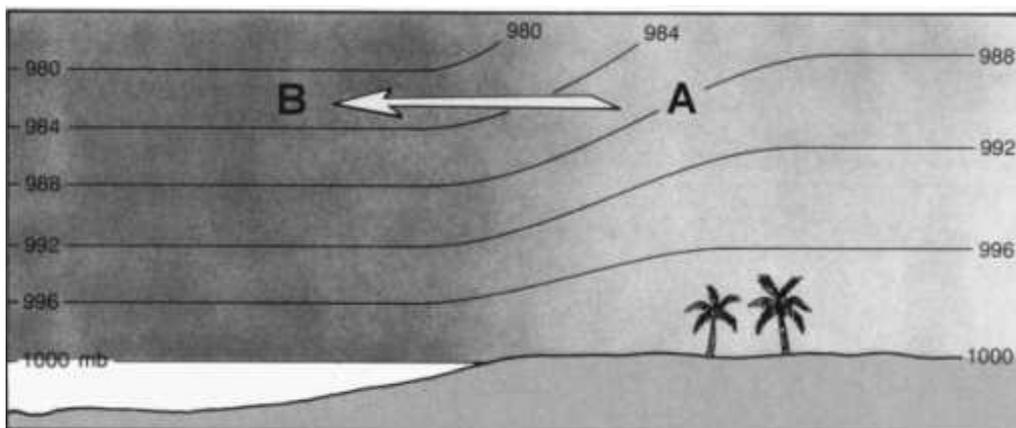


FIGURA 2. Exemplo de Força de Gradiente de Pressão quando da formação de brisa marítima ao amanhecer. Nota-se o aumento de pressão pelo deslocamento das superfícies isóbaras para cima e o deslocamento da massa de ar para o mar. Fonte: Grimm (1999).

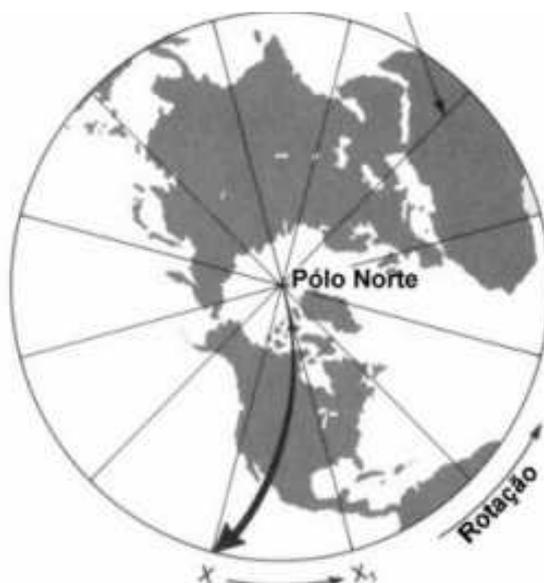


FIGURA 3. O efeito da força de Coriolis. Toma-se no caso o exemplo de um foguete que parte do pólo norte e é deslocado de um meridiano para outro. Fonte: Grimm (1999).

Em termos gerais, na Terra, existem quatro distintos cinturões de ventos: o das calmarias, os alísios, os do ocidente e os do leste. Esses cinturões são conseqüências dos ângulos de incidência de radiação solar e das massas de ar aquecidas, porém, em cada região são apresentadas peculiaridades, padrões locais de vento segundo a topografia e as características estruturais de superfície (SILVA, 2000)

Mecanismos de termorregulação e mecanismos não evaporativos de trocas de calor.

O controle da temperatura endógena do organismo é exercido pelo centro termorregulador hipotalâmico. O hipotálamo anterior é responsável pela termorregulação em altas temperaturas e o posterior confere a termorregulação nos ambientes frios. Em condições de calor, as células termorreceptoras periféricas estimulam o hipotálamo anterior e em condições de frio, os receptores caloríficos hipotalâmicos estimulam o hipotálamo posterior. Daí são ativados os *sistemas termorreguladores*, que são: o vasomotor, que controla o fluxo de sangue tecidual (vasodilatação ou vasoconstrição periférica), o pilomotor, responsável pela ereção dos pêlos, as glândulas sudoríparas, ao que diz respeito à sudorese, a frequência respiratória, medida em movimentos/minuto e as modificações na taxa metabólica (MARQUES, 2000).

Entre as formas físicas não evaporativas de perda de calor, contam-se (GLASER, 2003; MARQUES, 2000):

- **Condução:** Transferência de calor por contato direto do tecido com superfícies sólidas ou líquidas. Nota-se esta forma de transferência quando do contato de tecidos com superfícies externas e quando da passagem de calor do centro à periferia do organismo pelo contato das partículas com os tecidos. A condução é responsável também pela sensação de temperatura nos animais e pode ser reduzida também por camadas de gordura e de ar no pelame.
- **Radiação:** Consiste na perda de calor pela emissão de *raios caloríficos* através do meio sem que este se aqueça. Tal transferência ocorre no vácuo. Nesta transferência, o fluxo de calor não depende da temperatura do ar, mas da temperatura da pele e da natureza de sua superfície. Têm-se como exemplo os animais de pele clara que irradiam mais calor do que os de pele escura.
- **Convecção:** Consiste na transferência de energia pela movimentação do ar, partindo as moléculas de corpos mais quentes para corpos mais frios. Este mecanismo é impedido por dois fatores: a própria movimentação do ar e extensão da superfície corporal. Nota-se convecção na troca de calor da circulação do sangue quente na periferia corporal pela passagem de ar frio através da pelagem.

Adaptação e estresse

Costa e Silva (2003) citou que a *adaptação biológica* é o conjunto das mudanças morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais sofridas pelo animal para se adequar ao ambiente no qual se encontra. Esta estaria dividida em: adaptação genética e fisiológica. A primeira trata-se da herdabilidade de características favorecedoras para a preservação de uma população e pode ser adquirida ao longo de gerações por seleção natural com a expressão de genes que refletem aceitação ao meio, ou, por intermédio do homem, com seleções artificiais objetivando a aquisição de atributos aceitáveis. A segunda diz respeito aos ajustes que ocorrem no indivíduo ante o ambiente externo em um pequeno período de tempo. Glaser (2003) ressaltou que quanto maior a proximidade de adaptação nos termos genéticos e biológicos, maior a capacidade de manifestação do potencial produtivo.

O estresse é um sintoma conseqüente da exposição do indivíduo a um ambiente hostil que provoca sobrecarga no seu sistema de controle (homeostase) e causa aumento de mortalidade como também insucesso na produção e reprodução. Os agentes estressores podem ser de natureza mecânica (traumatismos), físicas (calor ou frio), química (drogas) e biológicas (parasitos, fatores nutricionais, agentes infecciosos). As alterações comportamentais são sinais para a identificação de condições estressantes ao animal (COSTA e SILVA, 2003; GLASER, 2003).

Santos (2003) lembrou como "*síndrome geral de adaptação*" o esforço generalizado do organismo para adaptar-se ao ambiente hostil. Segundo o mesmo autor existem três etapas desta que são caracterizadas, primeiro, pelo alarme do organismo ante o confronto imediato com a situação crítica, segundo, pelo início do processo da adaptação, já que houve contato com a situação de estresse e terceiro, pela exaustão orgânica, perda da capacidade de reação e, por fim, falência dos órgãos seguida de óbito devido ao contato permanente com o estresse.

Conforto Térmico

O conforto térmico no animal define-se como o intervalo de temperatura em que não há o mínimo esforço dos sistemas termorreguladores para manter homeotermia. Neste caso há melhores condições de saúde e produtividade e a atividade reprodutiva não é comprometida visto que não há desgaste dos processos fisiológicos. Os animais, nestas condições, apresentam temperatura, frequência respiratória e apetite normais (BAËTA e SOUZA, 1997; MARTELLO, 2002).

Este intervalo é denominado de Zona de Conforto Térmico (ZCT) ou Termoneutra ou Zona de Indiferença Térmica (BAËTA e SOUZA, 1997). (Figura 4).

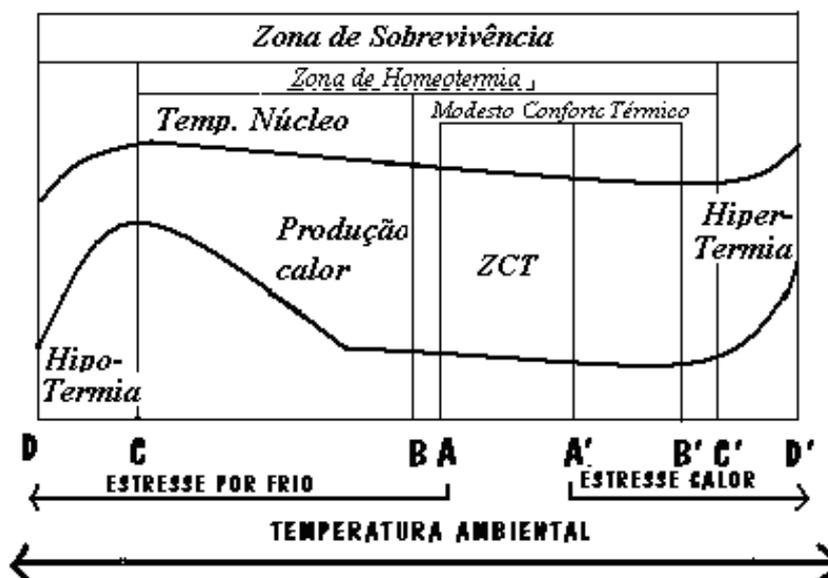


FIGURA 4. Gráfico dos limites de conforto e estresse térmico. Fonte: Baêta e Souza, (1997).

A Zona de Conforto Térmico (ZCT) é delimitada pelas Temperaturas Crítica Superior (TCS) e Crítica Inferior (TCI). No entanto, fixar as TCSs e TCIs não é tarefa fácil de ser realizada, pois os fatores como nível de velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa podem alterar os valores. Exemplificando, uma maior velocidade do vento pode alterar a TCS. A radiação solar, que varia de acordo com as regiões e as épocas do ano, assim como também a umidade relativa, a idade do animal, a raça, as condições de nutrição e as condições de instalação são fatores os quais, somados, caracterizam as medições destes extremos de temperatura (FEITOSA, 2005; RODRIGUES, 2006).

Quando um animal está submetido a uma temperatura abaixo da TCI, está em estresse por frio. Quando de uma temperatura acima da TCS, ocorre estresse por calor (SILVA, 2000). Baêta e Souza (1997), em termos gerais, citaram um limite de ZCT entre -1 e 16°C para bovinos europeus adultos, entre 10 e 27°C para zebuínos adultos e entre 18 e 21°C para bovinos recém nascidos.

Segundo Martello (2002), para o período lactacional, os limites ideais de temperatura ficaram em torno de 4 a 24°C , havendo uma restrição para um limite entre 7 e 21°C devido à ação da radiação solar e da umidade relativa.

Os limites que oferecem máxima eficiência para produção e reprodução, para as raças leiteiras, segundo Pires et al. (1999), estão entre 10 a 20°C .

Pelame e Importância do vento e da umidade relativa no conforto térmico.

As características morfológicas do pelame dos bovinos têm importância nas trocas de calor por convecção (processo não evaporativo) e nas perdas de calor por evaporação (sudação cutânea). O sucesso no mecanismo termorregulador de evaporação cutânea, a sudação, depende da cor do pelame. O pelame escuro apresenta mais absorção de radiação solar, tendo como consequência o acúmulo maior de calor, acarretando em mais estresse. O grau de estrutura física tem grande importância, também, em acumular calor. O número de pelos por unidade de área mede essa capacidade. Os animais que têm um pelame de maior densidade e espessura são mais dificultosos em efetivar ao mecanismo de sudorese (MAIA et al, 2003).

O vento tem influências variadas para quebrar as dificuldades de dissipação de calor, tanto por vias evaporativas de sudorese como para vias não evaporativas (convecção). Silva (2000) afirmou que a influência do vento é muito maior quando a quantidade de pêlos por unidade de área se apresenta como menos de 1000 pelos/cm². A resistência térmica de uma capa de pelame é menor quando a velocidade do vento é maior. Daí o motivo de a ventilação forçada nas horas mais quentes do dia proporcionar quebra de estresse calórico e recuperação de fertilidade em vacas de leite (CHEMINEAU, 1989). Pires et al. (2003) afirmaram que a velocidade de vento ambiente ideal para vacas de leite é de 5 a 8km/h .

A proteção dos animais à radiação ultravioleta se dá pela camada de pelos e também pela melanina dos pêlos e da epiderme. Para os climas quentes, o animal mais indicado é aquele que apresenta as seguintes características morfológicas: pelame de cor clara, pelos curtos e grossos, sendo estes medulados e bem assentados

e pele bem pigmentada, favorecendo a convecção cutânea e maior proteção contra os raios solares ultravioletas. Embora a radiação solar ultravioleta seja indispensável para os processos vitais como a fotossíntese e a síntese de vitamina D, podem ser prejudiciais para o animal, como por exemplo, predispor este ao aparecimento de neoplasias cutâneas (MAIA et al, 2003).

A importância da umidade relativa no conforto térmico de um animal reflete na sudorese. Em ambiente quente e seco, há uma evaporação cutânea de velocidade muito intensa, o que causa irritação e desidratação. Em ambientes quentes e úmidos a evaporação é lenta, aumentando o estresse por calor, visto que a termólise por convecção é ineficaz. O pelame, por sua vez, proporciona uma fixação junto da epiderme de uma camada de ar que fica presa às malhas dos pêlos que atinge saturação de pressão de vapor quando sua temperatura torna-se próxima à da superfície cutânea. Se o pelame for muito denso esse ar vagorosamente passa pela superfície externa deste. Uma superfície desprovida de pelos tem uma contínua renovação da camada de ar úmido adjacente a ela, com a conseqüente eficiência do processo evaporativo (SILVA, 2000)

Estresse Calórico

O organismo, por conseqüência do metabolismo, apresenta constância na produção de calor endógeno. Isto faz com que as reações de homeotermia sejam cruciais

para o equilíbrio térmico. Como o calor migra das áreas mais quentes para as mais frias, o animal tem de estar com o corpo mais quente que o ambiente (MARQUES, 2000).

O estresse calórico é caracterizado pela quantidade de calor produzido acima do eliminado quando o animal é exposto a um ambiente térmico desfavorável, ou seja, quando a temperatura excede ao valor de TCS, acima da Zona de Conforto Térmico, e quando os fatores: radiação solar, umidade relativa e vento, os quais, com a própria temperatura formam a *temperatura efetiva*, tornam-se limitantes. Nestas condições, todas as fontes de calor endógeno são inibidas: o metabolismo basal e energético e o consumo de alimentos (PIRES et al., 1999; PIRES et al., 2003a).

Havendo excesso de TCS, os mecanismos não evaporativos tornam-se ineficazes e a taxa de sudação e a freqüência respiratória aumentam (evaporação cutânea e respiratória) (PIRES et al, 1999; PIRES et al, 2003a).

Quando o animal encontra-se em Zona de Conforto Térmico, as empíricas perdas térmicas são realizadas pela vasodilatação periférica, sem a ação dos outros mecanismos. No entanto, acima da zona de termoneutralidade, alcança-se uma vasodilatação máxima e a evaporação cutânea, como também a respiratória (freqüência

respiratória) aumentam de maneira linear à temperatura, sendo responsáveis estas, nestas condições, por 80% do calor corporal dissipado (Figura 5) (CHEMINEAU, 1989; PIRES et al, 2003a).

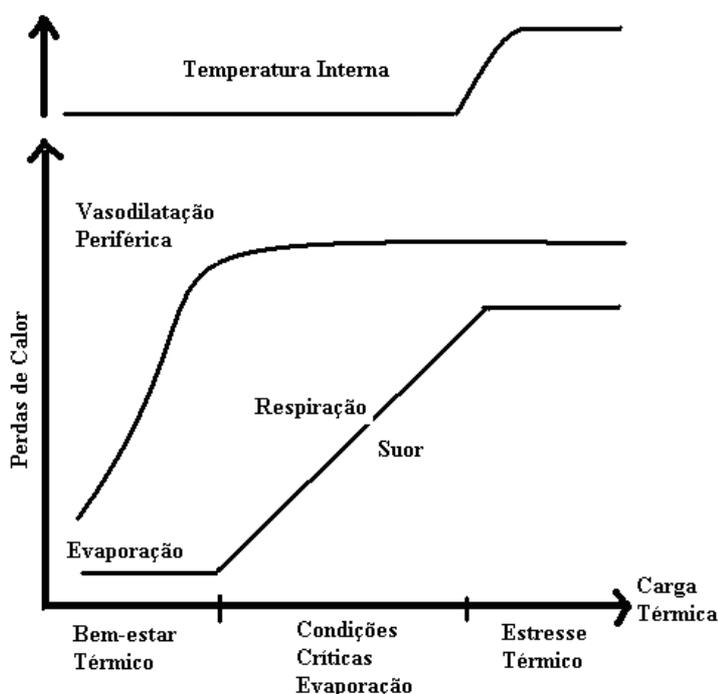


FIGURA 5: Gráfico esquemático dos efeitos da carga térmica sobre os mecanismos de perda de calor. Fonte: Adaptação de Berbigier (1988) apud Chemineau (1989)

Segundo dados de Pires et al (2003) a dissipação de calor pela frequência respiratória nas raças européias é comprometida em umidades relativas de 30 a 90% associadas a temperaturas ambientais de 24 a 38°C. Já na evaporação por sudorese, em altas umidades, há uma depressão em temperaturas acima de 24°C.

Animais de alto potencial produtivo têm um metabolismo muito alto voltado para a produção. Conseqüentemente, o calor endógeno produzido é alto. É o que acontece com as vacas de leite sob estresse calórico, tornando os mecanismos termorreguladores ineficazes (VASCONSELOS, 2001).

A Frequência Respiratória (FR) em ambientes termoneutros corresponde a 24-36 movimentos/minuto (Pires et al, 2003a). Feitosa (2005) citou um valor médio de 23 movimentos/minuto e afirma que a cada acréscimo de 10°C à temperatura do ar, tal valor duplica. Contudo, a FR, de “per si” pode não indicar estresse calórico. Um animal eficiente em dissipar calor pode apresentar FR alta, mas não estar em estresse calórico, por não ser a FR totalmente um índice de estoque calórico (PIRES et al, 2003a).

O aumento da frequência respiratória por períodos longos, segundo Matarazzo (2004), causa prejuízos ao organismo animal, tais como: redução no consumo de forragens, produção de calor endógeno adicional devido ao exercício da ofegação, desvio de energia para outros processos metabólicos e redução de CO₂ (acarretando em alcalose respiratória pelos baixos níveis de ácido carbônico no sangue).

A temperatura retal (TR), como bom indicador de temperatura corporal, pode ser considerada como um índice de medição de adaptabilidade a ambientes quentes. O aumento desta indica que os mecanismos termorreguladores não estão sendo eficientes. A temperatura retal normal para bovinos está em torno de 38,3°C, havendo variações de acordo com a idade, sexo, nível nutricional, lactação e estágio reprodutivo (MARTELLO, 2002; MARTELLO et al, 2004).

Um experimento concluiu que a TR tem mais relação com as horas do dia do que com o aumento de temperatura do ar, observando que a TR acompanhou a

temperatura do ar até certo horário, e que depois, independentemente da baixa de temperatura no fim do dia, continuou subindo. No entanto, foi provado que vacas com acesso à sombra apresentavam TR menor do que as vacas que tinham restrição de sombra, o que reforça a afirmativa de que a TR é um bom indicador de conforto térmico (MARTELLO, 2002).

Índices de Conforto Térmico

Com o intuito de caracterizar o estado de conforto térmico dos animais, foram desenvolvidos vários índices de conforto térmico. Geralmente, estes índices envolvem dois ou mais fatores climáticos como também outras variáveis não climáticas, tais como taxas metabólicas (BAÊTA e SOUZA, 1997; PIRES et al., 1999).

O índice mais utilizado é o ITU, Índice de Temperatura e Umidade, envolvendo as variáveis Temperatura e Umidade Relativa do Ar. Foi desenvolvido por Thom (1959) onde se consideram os seguintes fatores segundo Pires et al. (1999): Temperatura dos termômetros de bulbo seco e úmido e Temperatura do ponto de orvalho. É expresso pelas equações:

$$ITU = Ta + 0,36Tpo + 41,2 \quad (2)$$

$$ITU = 0,72(Tbs + Tbu) + 40,6 \quad (3)$$

onde,

Ta= Temperatura Ambiente (°C), Tpo= Temperatura Ponto de Orvalho (°C), Tbs= Temperatura do Bulbo Seco (°C) e Tbu= Temperatura de bulbo Úmido (°C).

O National Weather Service, (1976), após basear-se em estudos de estresse calórico em gado por 13 anos, caracterizou valores de equilíbrio, cautela, perigo e emergência. Dois autores, Duprezz (1990), na África do Sul e Hahn (1985), citados por Baêta e Souza (1997) e Feitosa (2005) também delimitaram valores de ITU para vacas leiteiras. - (tabela 1)

TABELA 1. Valores de ITU segundo o National Weather Service (1976) e os autores Duprezz (1990) e Hahn (1985), caracterizando equilíbrio, cautela, perigo e emergência.

AUTOR	ANO	ITU Equilíbrio	ITU Cautela	ITU perigo	ITU Emergência
National Weather Service	1976	Até 74	74 a 78	79 a 84	>85
Duprezz	1990	>70	70 a 78	78 a 82	>82
Hahn	1985	Igual a 70	71 a 78	79 a 83	>83

Fonte: Baêta e Souza (1997); Feitosa (2005)

Pires et al. (1999) observaram que um ITU acima de 72 já define situação de estresse calórico para vacas de alta produção. Baêta e Souza (1997) constataram que as desvantagens de ITU são a insensibilidade a pequenas

O Índice de temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU ou BGHI) foi proposto por Buffington et al. (1981) sendo desenvolvido com base no Índice de Temperatura e Umidade. A temperatura do globo negro é usada em substituição ao do bulbo seco. O Índice de Temperatura e de Globo Negro e Umidade têm maior precisão ao ITU por ter direta relação com a Temperatura Retal e a Frequência Respiratória (BAÊTA e SOUZA, 1997).

O ITGU pode ser expresso pela equação:

$$\text{ITGU} = \text{TGN} + 0,36\text{Tpo} + 41,5 \quad (4)$$

onde:

TGN = Temperatura de globo Negro ao Sol (°C) e Tpo = Temperatura de Ponto de Orvalho (°C).

O Termômetro de Globo Negro consiste em uma esfera oca, com diâmetro aproximado de 0,15m e 0,0005 m de espessura e pintado com duas camadas de tinta preta fosca a fim de absorver ao máximo a radiação solar e um termômetro em seu interior para mensurar a temperatura que avalia os efeitos da energia radiante, temperatura e velocidade do ar. As primeiras pesquisas com bovinos e suínos usando esse termômetro levaram à conclusão que, para estudar o ambiente no qual o animal está sendo submetido, deve-se instalá-lo à altura do centro da massa do animal em estudo (SOUZA et al, 2002).

O National Weather Service, delimitando valores de ITGU, consolidou as situações para tal índice: valores até 74, situação de conforto, entre 75 e 78, situação de alerta, 79 a 84, perigo, e acima deste, situação crítica. É importante notar que a produção de leite apresentou correlação mais alta com o ITGU do que com o ITU sob radiação direta (MATTARAZZO, 2004).

Em relação à reprodução, Pires et al. (1999), afirmaram que, quando o ITU atinge o ápice que afeta a produção de leite, a taxa de gestação já está comprometida.

Roman Ponce (1978) observou uma associação entre índice de temperatura e umidade e taxas de concepção em 600 vacas leiteiras no clima subtropical de Culiacán, Sinaloa, México e concluiu que quando o ITU encontrava-se entre 82 e 84 as menores taxas de concepção se revelaram (entre 15 e 20%). As maiores taxas de concepção (55 a 70%) foram encontradas em ITU entre 64 e 66.

Regiões Tropicais e Subtropicais, Reprodução e Melhoramento Genético

As regiões tropicais e subtropicais são zonas climáticas bem definidas que se localizam no espaço de 30° de latitude norte e sul. As características climáticas da região tropical são constituídas de grande variação

mudanças de umidade relativa e a pequena faixa de desconforto. O ITU também não leva em consideração a radiação solar a movimentação do ar (GLASER, 2003).

comportamental de temperaturas e chuvas, podendo este clima ser dividido em superúmido, úmido, subúmido, semi-árido, árido e hiperárido. A região subtropical apresenta verões quentes e invernos frios. As características-chaves destas regiões são as grandes incidências de radiação solar e altas temperaturas (PIRES et al., 1999; SILVA, 2000; MOREIRA e SENE, 2005)

Silva (2000) ressalta ser de pouca utilidade essas classificações, visto que nos planaltos das regiões tropicais a temperatura encontra-se abaixo de 18°C para o mês mais frio, desaprovando assim o uso de limites de temperatura e demonstrando ser mais eficaz a observação das transformações a longo e médio prazo do clima, baseando-se em fatores como radiação solar e outros que causam variabilidade climática brusca, tais como desmatamentos e poluição ambiental.

O mesmo autor ressalta também que as palavras trópico e subtropical não têm sólida definição. É, segundo este, necessário considerar as regiões localizadas entre os trópicos como dispostas em uma “faixa intertropical”.

Existe uma grande densidade populacional existente de rebanhos bovinos nestas regiões com baixa produtividade. O ambiente térmico destas faixas é um dos fatores de restrição para o desempenho dessa população animal (ganho de peso, eficiência reprodutiva, produção de leite), o qual tem como influências diretas os efeitos da temperatura do ar, radiação solar e umidade relativa e indiretas, como a qualidade e quantidade de forragem e o favorecimento de doenças infecto-contagiosas e parasitárias (PIRES et al., 1999; SILVA, 2000).

As raças de clima temperado encontram dificuldade para adaptar-se às condições adversas da faixa intertropical. As raças nativas tropicais, em contraposição, possuem características morfológicas e fisiológicas favoráveis como maior superfície de pele, quantidade maior de glândulas sudoríparas e termogênese menos elevada devido a um menor metabolismo, o que possibilita a maior facilidade de regulação de temperatura (CHEMINEAU, 1989).

O efeito mais notável nas faixas tropicais e subtropicais no que diz respeito à reprodução, é a redução das taxas de concepção no verão. Isto se relaciona às reduções no desempenho das raças importadas de clima temperado, sendo um fato mais evidente principalmente nos sistemas intensivos de criação. Esses sistemas utilizam animais de alto potencial produtivo (animais puros, de clima temperado) (PIRES et al., 1999; SILVA, 2000).

Nos trópicos, nota-se uma relação entre pureza racial e ineficiência reprodutiva. Essa confirmação foi lembrada por Santos (1983) citando que mestiços Holandês X Guzerá, que tinham alto grau de sangue europeu, em condições tropicais, apresentaram menor

desempenho nas características idade ao primeiro parto e (Tabela 2). intervalo de partos em níveis altos e baixos de manejo

TABELA 2. Dados de Intervalo de Partos e idade ao Primeiro Parto em animais com diferentes frações Holandês X Guzerá em nível alto e baixo de manejo.

Fração Holandês	Nível Alto de Manejo 1		Nível Baixo de Manejo	
	Idade do 1º Parto (Anos)	Intervalo Parto (meses)	Idade do 1º Parto (Anos)	Intervalo Parto (meses)
1/4	3,39	12,82	3,79	17,95
1/2	3,04	12,9	3,26	16,90
5/8	3,24	11,60	3,96	19,17
3/4	3,25	14,27	3,56	18,93
7/8	3,24	12,33	3,86	18,54
>31/32	3,24	15,25	2,26	19,20

Fonte: Santos (1983)

Ante os fatores ambientais, os programas de melhoramento visam minimizar as baixas taxas de reprodução e produção oriundas dos efeitos fisiológicos negativos causados pelas condições adversas nos rebanhos tropicais. Estes consistem no cruzamento de raças adaptadas com européias ou na seleção sem introdução de sangue exótico. A seleção, porém, é um processo demorado, tornando-se mais viável o uso de cruzamentos industriais. É indispensável a aplicação de bons processos da seleção para que se consigam efeitos genéticos favorecedores (SANTOS, 1983; TEODORO e VERNEQUE, 1999; MARQUES, 2000).

O objetivo dos cruzamentos é a obtenção da heterose, que é a superioridade da média dos filhos em relação à dos pais (PEREIRA, 2001). Outra definição afirma que a Heterose “é o maior vigor geral que os descendentes de cruzamentos apresentam em relação à média das raças puras”(SANTOS, 1983). Este processo biológico deve-se à contribuição da dominância e da epistasia. O seu grau, segundo Pereira (2001), depende dos níveis de heterozigose materna e individual, da distância genética entre as raças envolvidas, frequências gênicas das populações e características de interesse e de suas interações com o ambiente.

A heterose é inversamente proporcional à herdabilidade de uma característica. Quando a heterozigose é aplicada nos cruzamentos, o número de enzimas produzidas cresce, aumentando a “*versatilidade bioquímica*” do indivíduo, proporcionando melhor ajuste da sua fisiologia às condições hostis. (TEODORO e VERNEQUE, 1999; PEREIRA, 2001; MARQUES, 2000).

Teodoro e Verneque (1999) citam as médias de heterose (embora em menor magnitude) para as características reprodutivas, tais como: 11% para idade ao primeiro parto e 9% para intervalo entre partos.

Os principais esquemas de cruzamento em gado de leite, no Brasil, segundo os mesmos autores são:

absorção de raça holandesa sendo caracterizada pelo uso de touros holandeses até a obtenção de um animal puro por cruzar; cruzamento alternado simples, que consiste na alternância de raças paternas a cada geração, obtendo-se produtos como $\frac{3}{4}$ holandês : $\frac{1}{4}$ zebu e $\frac{3}{4}$ Zebu : $\frac{1}{4}$ Holandês; cruzamento alternado modificado, o qual consiste na repetição de uma raça por mais de uma geração (Holandesa) e o retorno de outra (uma raça zebuína), com a obtenção de produtos aproximados $\frac{7}{8}$ holandês : $\frac{1}{8}$ Zebu, alcançando-se até $\frac{15}{16}$ holandês, com condições propícias de manejo; formação de raças sintéticas: acasalamento entre touros mestiços e vacas mestiças de mesmo grau de sangue; cruzamentos tricross, ou seja, introdução de uma segunda raça européia, sendo geralmente introduzidos pardo-suíço, Jersey ou Simental;

Vários trabalhos em climas tropicais analisaram os resultados dessas alternativas de cruzamento nos aspectos reprodutivos. Os trabalhos têm mostrado efeitos variados nos cruzamentos. Os animais de meio sangue até 75% de proporção temperada apresentam desempenho melhor. No aspecto reprodutivo, os produtos F1 (meio sangue) apresentaram intervalo entre partos menos longos (SANTOS, 1983; TEODORO e VERNEQUE, 1999).

O estresse calórico e a secreção de hormônios relacionados com a reprodução.

A ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) ante o estresse calórico.

O estímulo do estresse calórico inicia respostas no cérebro em conexão com o hipotálamo (Figura 6). Há a ativação do eixo Hipotálamo-hipófise-Adrenal (HHA), com a secreção de hormônio liberador de corticotropina (CRH) pelo hipotálamo, no núcleo paraventricular, e hormônio antidiurético (ADH) (com a função de reter água), que potencializa ainda mais a ação de CRH, provocando a subsequente secreção de hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) pela adeno-hipófise, o qual,

através da circulação sanguínea, estimula o córtex adrenal a liberar glicorticóides, destacando-se o cortisol, que são importantes mediadores do metabolismo exercendo um papel importante na neoglicogênese hepática, convertendo aminoácidos em carboidrato e promovendo lipólise, processos que carregam e disponibilizam substratos

energéticos para o estresse. Há também a atrofia do sistema timolinfático, causando queda de linfócitos e anticorpos, reduzindo a imunocapacidade do organismo (COSTA e SILVA, 2003; ROSA, 2003; SANTOS, 2003).

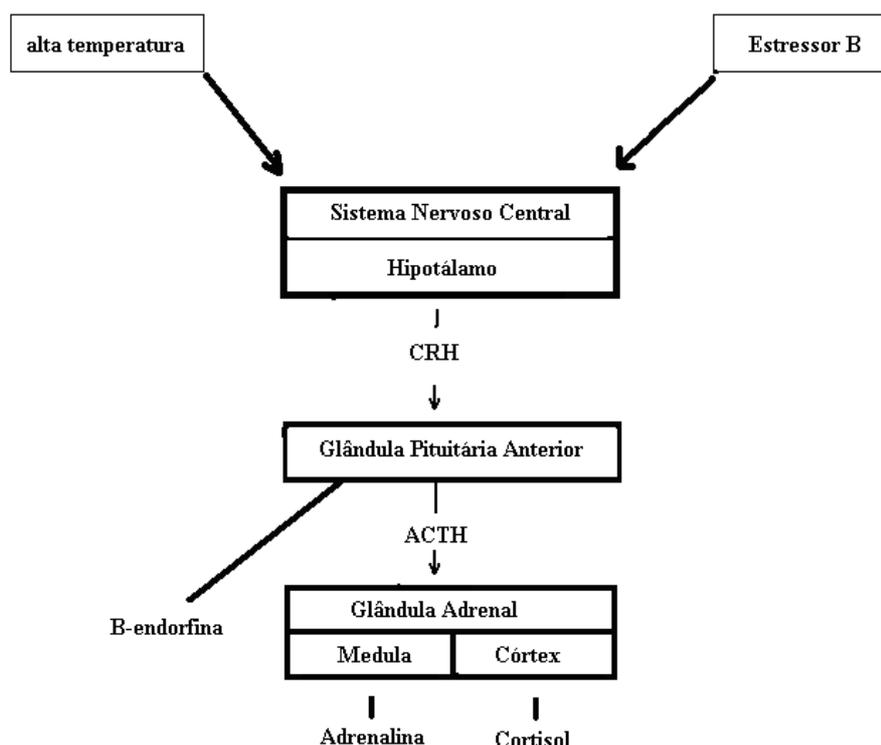


FIGURA 6. Esquema da ativação do eixo HHA ante o estímulo estressante e os produtos secretados. (Fonte: LEITE, 2002)

Paralelamente, o ACTH secretado pela hipófise também provocará a secreção de catecolaminas pela medula adrenal e pelos terminais nervosos simpáticos, tais como a adrenalina e a noradrenalina, sendo sua ação notada pelo aumento da frequência respiratória, batimentos cardíacos e perfusão sanguínea. A ação da adrenalina na circulação é refletida no fato de as fibras musculares lisas dos vasos possuírem receptores para tal hormônio, denominados receptores *alfa*. As glândulas sudoríparas também possuem receptores para tal hormônio (KOLB, 1987; COSTA e SILVA, 2003; SANTOS, 2003; SANTOS, 2005)

O controle da ativação do eixo HHA ante o estresse calórico se dá por feedback negativo de alça curta pelos glicocorticóides (Figura 7), especialmente o cortisol, sobre a secreção de ACTH pela adeno-hipofise e também por um feedback negativo de alça longa do mesmo cortisol sobre o hipotálamo, inibindo a secreção de CRH. Essas retroalimentações negativas têm o objetivo de manter a resposta orgânica ao estresse (SANTOS, 2003; SANTOS, 2005).

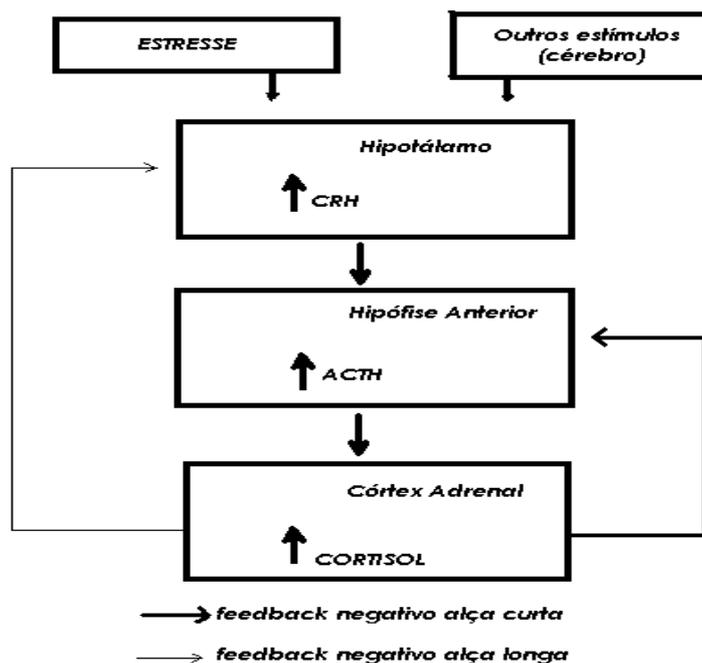


FIGURA 7. Esquema do retrocontrole por feedback negativo no eixo HHA pelo cortisol. (Fonte: LEITE, 2002)

É importante frisar que a ação do hormônio liberador de corticotropina não está só na secreção de ACTH. Ele pode também agir nas regiões das amígdalas, hipocampo e córtex cerebelar (LEITE, 2002)

Inibição da secreção de hormônios reprodutivos pela ativação do eixo HHA e disfunção ovariana.

A ativação do eixo HHA durante o estresse calórico acarreta em um antagonismo entre os hormônios deste e os do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (HHG) (SANTOS, 2003).

Leite (2002) cita os três níveis de inibição no eixo HHG pelo HHA: no hipotálamo com secreção de CRH inibindo a do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH); na adeno-hipófise, suprimindo liberação de hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH); nas secreções de hormônios esteróides gonadais, pela inibição das secreções anteriores.

É importante também ressaltar o fato que as gônadas não são atingidas pelo estresse calórico apenas pela supressão no eixo HHG, mas também diretamente em seus tecidos, causando desequilíbrio hormonal e reduzindo a sensibilidade das células à ação de FSH e LH (SANTOS, 2003).

A supressão de hormônios gonadais, especialmente os ovarianos, em casos de estresse crônico se deve à baixa dos níveis de LH, insuficientes para a fase pré-ovulatória. Considerando que os folículos superiores a 4mm dependem de FSH para se desenvolverem, e os de diâmetro entre 7 e 9mm dependem mais de LH para o seu crescimento, chega-se à conclusão que a diminuição nas

secreções FSH e de LH no proestro resultam em folículos menos desenvolvidos. Comparando os níveis de LH e FSH, os dos últimos são maiores que os do primeiro, consequência da pouca produção de inibina pelos folículos em formação. Os folículos, pela supressão destas gonadotrofinas, são danificados, mas continuam crescendo. Dessa forma, um ou dois folículos se desenvolvem precariamente, não havendo a eleição de um folículo dominante, ocorrendo ovulação de oócitos subfêrteis (VASCONSELOS, 2001; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Diante deste fato, a síntese de estrógenos pelas células da teca e da granulosa não ocorre em níveis desejados, principalmente o 17-*b* estradiol. A supressão de estradiol é uma das possíveis responsáveis pela falha na manifestação de comportamento de cio e pelo pico de LH insuficiente, prejudicando assim a ovulação e a formação de Corpo Lúteo (VASCONSELOS, 2001; LEITE, 2002; SANTOS, 2003; HAFEZ E HAFEZ, 2004).

Vianna (2002) afirmou que um estresse iniciado no dia 8 do ciclo estral reduziu o volume e o diâmetro do folículo dominante. Santos (2003) ressaltou que há uma grande incidência de gestações gemelares nos meses quentes pelo fato de ocorrer uma redução no grau de dominância no folículo já que há maiores quantidades de folículos de tamanho médio se desenvolvendo.

Os desníveis de hormônios gonadotróficos produzidos pela hipófise (FSH alterado por pouca produção de inibina folicular e o pico de LH insuficiente devido à supressão de estradiol) provocam disfunção ovariana com a formação de cistos ovarianos pela inibição da luteinização. Estes cistos podem exceder a 2,5cm de

diâmetro, são relativamente grandes, podendo ser luteínicos ou foliculares. Os primeiros têm uma fina borda de tecido luteínico e não ovulam, persistindo por muito tempo. Os segundos ciclam normalmente e até regridem alternadamente e também não ovulam. Há também os corpos lúteos císticos, que se desenvolvem após a ovulação, contendo estes, fluido na cavidade central e apresentando 0,5 a 1cm de diâmetro, e também produzem

progesterona. Os cistos ovarianos podem provocar anestro e também ninfomania (Figura 8) (LIBONI, 1997; LEITE, 2002; HAFEZ E HAFEZ, 2004).

Quanto aos níveis de progesterona, estes são reduzidos desde os folículos terciários, os quais possuem pequena quantidade do hormônio, passando esse efeito ao futuro Corpo Lúteo (KOLB, 1987; VASCONSELOS, 2001).

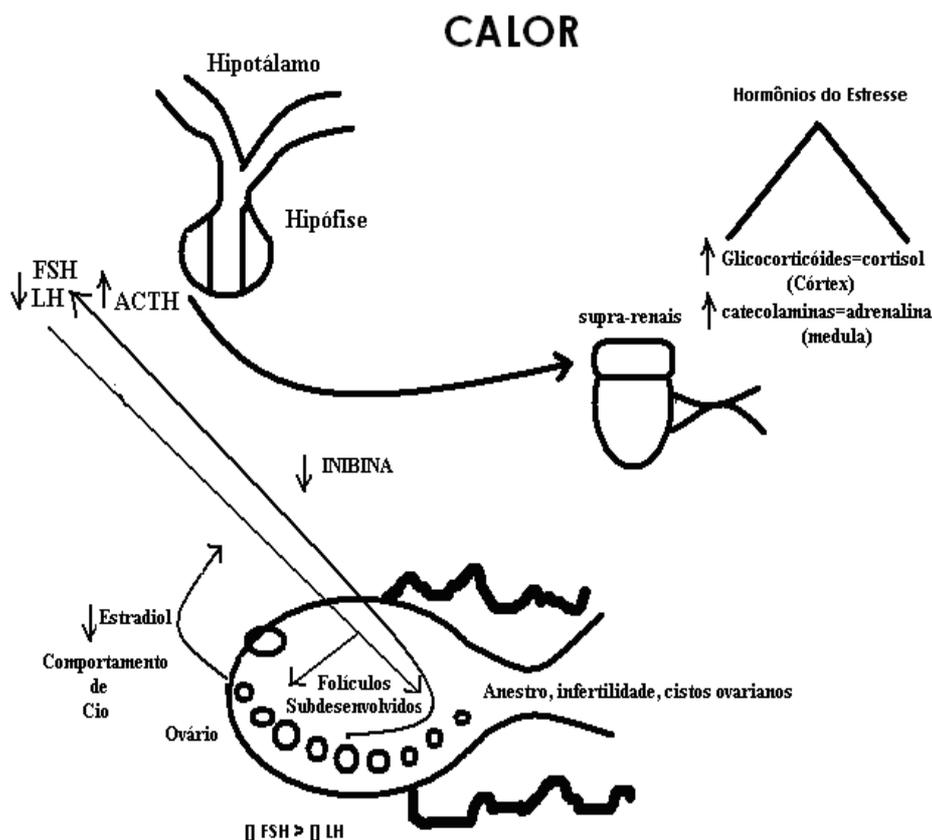


FIGURA 8: Os desníveis hormonais provocados pelo estresse calórico nos eixos HHA e HHG e suas implicações. (FERRO, 2007).

Alterações na duração do ciclo estral e no comportamento estral.

Como é conhecido, a fêmea bovina de leite é poliéstrica não estacional, isto é, apresenta sinais de cio várias vezes ao ano, e a duração média do ciclo estral é de aproximadamente 21 dias com uma duração de cio de 12-18 horas. A temperatura é um fator altamente limitante para o ciclo estral, principalmente em exposições longas ao calor (DUKES, 1996; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Roman Ponce (1978) afirmou que, sob estresse calórico, as vacas apresentam ciclos estrais largos e

grande frequência de anestros como também ovulações silenciosas.

Os baixos níveis de estradiol folicular, segundo Santos (2002), afetam a duração e a intensidade do cio. Afastando um pouco a supressão de estradiol como motivo da baixa intensidade de cio, Vianna (2002), em contraposição, atribui que a razão maior para a redução do comportamento estral é a inatividade física, visto que há um certo desconhecimento dos níveis de estradiol suficientes para manifestação dos sinais.

A indisponibilidade física diminui assim a probabilidade de demonstração dos sinais de cio, tais como: o ato de montar em outras vacas, agitação e sinais

secundários como lamber, cabecear, pressionar a queixada, etc, que são essenciais para a identificação pelos tratadores (VASCONSELOS, 2001; PIRES et al, 2003b).

As características de estro, para animais *Bos taurus taurus* vindos de regiões de clima temperado, são, segundo Pires et al (2003)b, a redução da intensidade de comportamento de cio e manifestações do mesmo durante a noite. Costa e Silva (2003) ressaltaram uma diminuição para 8-10 horas na duração de cio para estes animais no verão.

Vianna (2002) lembrou que, no verão, vacas holandesas apresentaram uma redução de montas por estro de 4,1 (8,6 montas no inverno e 4,5 no verão), basicamente a metade das situações normais.

As novilhas, segundo relataram Pires et al (2003)b, não apresentaram diferenças na duração de cio

para o verão e o inverno. Em um experimento realizado com novilhas holandesas confinadas em "free-stall" em uma fazenda experimental da EMBRAPA realizou-se uma observação em cio induzido e natural durante 5 dias no verão e no inverno e constatou-se que as durações para os tipos de cio não apresentaram diferença para as duas estações. Isto comprova que as novilhas são muito mais resistentes à ação do calor do que as vacas em lactação, justamente porque não produzem ou estão na primeira lactação, não tendo alto metabolismo voltado ainda para produção, possuindo termogênese menos elevada (SANTIAGO, 2007). Notou-se, neste trabalho, só uma ligeira redução no número de montas, provavelmente atribuído ao fator da indisponibilidade física (Tabela 3).

TABELA 3. Durações de cio em sistemas de cio induzido e natural em novilhas européias no verão e no inverno.

Estação	Cio Induzido			Cio Natural		
	Duração (h)	N-Montas	Montas (h)	Duração (h)	N-Montas	Montas (h)
Verão	12:48	50,20	4,00	15,58	31,00	2,42
Induzido	12:30	50,00	3,50	15,30	50,00	3,43

Fonte: Pires et al (2003)b.

Os animais *Bos taurus indicus* apresentam maior facilidade de identificação de cio no verão. O frio do inverno, para vacas zebuínas, ao contrário das taurinas, é um fator que influencia negativamente as manifestações de estro, podendo ocorrer até anestro (PIRES et al, 2003b; SANTIAGO, 2007).

São características das vacas zebuínas, também no inverno, não permitir a monta repetidas vezes, permitir a maioria das montas durante a noite e não apresentar os sinais secundários de cio como agitação, mugido e secreção vaginal (PIRES et al, 2003b).

Implicações do estresse calórico no útero, fertilidade da fêmea e na função reprodutiva do macho.

Os efeitos do estresse calórico na função uterina se dão pela insuficiência de aporte nutricional e hormonal devido ao baixo fluxo sanguíneo, que é direcionado à periferia do corpo, prejudicando assim a função do endométrio e do oviduto e também dificultando a dissipação de calor, o que favorece o aumento da temperatura uterina. A ação direta do calor, assim, desfavorece o ambiente para que possa haver fecundação (ROMAN PONCE, 1978; PIRES et al., 1999; VIANNA, 2002; SANTIAGO, 2007).

O fato de haver baixo fluxo sanguíneo no útero impede o abastecimento satisfatório de progesterona e progestágenos, que no estresse calórico já se encontram em baixos níveis, estes que são responsáveis por preparar o útero para a gestação, especialmente os progestágenos, que agem sobre o endométrio favorecendo a fase secretória, caracterizada pelo aumento de teor de

glicogênio e enzimas aeróbias das mucosas, e sobre as trompas, aumentando a secreção do mesmo glicogênio e proteínas no epitélio destas e aumentando a atividade e a motilidade do epitélio ciliar (KOLB, 1987; PIRES et al., 1999; VIANNA, 2002).

Vendruscolo (2004) relatou que uma temperatura ambiente acima de 27°C já reduz o fluxo sanguíneo para o útero, causando mudanças na secreção uterina. Já Santiago (2007) menciona uma temperatura de 20°C como prejudicial para a fertilidade.

Pires et al. (2002) lembraram que, em termos gerais, as variáveis relacionadas ao clima que apresentam maior efeito nas taxas de concepção são a temperatura ambiente máxima e o efeito da radiação solar no dia da cobrição. Para inseminação artificial, Roman Ponce (1978) afirmou que um aumento de temperatura máxima de 21 para 35° C no dia após a inseminação, diminui a porcentagem de concepção em 9%. Essa mesma redução foi observada quando houve um aumento de 300 para 800 langleyes na radiação solar.

Roman Ponce (1978) relatou que as taxas de concepção não só são afetadas pelo estresse calórico dias depois da inseminação artificial, mas antes desta. O autor afirmou que houve casos em que a taxa de concepção diminuiu quando o ITU atingiu um valor entre 70 e 84 dois dias antes da inseminação.

Alguns autores fizeram observações relacionadas com a temperatura uterina. González (2002) ressaltou que um aumento de temperatura uterina de 0,5°C já reduz a taxa de concepção em 10%. Chemineau (1989) ressaltou que esse mesmo aumento da temperatura uterina em vacas que não tenham recebido tratamento hormonal, no dia da

prática da inseminação artificial e no dia seguinte a esta, provocou diminuição na taxa de fertilização.

Pires et al. (2002) constataram que um coeficiente de regressão indicava que o mesmo aumento na temperatura uterina no mesmo período (no dia da prática da inseminação e no dia seguinte) reduziu a taxa de concepção em 12,8 % no dia da inseminação e em 6,8 no dia seguinte.

Um experimento realizado com três vacas pardo-suíças previamente ovariectomizadas, nas quais foram implantados medidores eletrônicos de fluxo sanguíneo (ml/min) de uma das artérias uterinas médias e também aplicadas duas doses de estradiol (200ug) (tendo a finalidade de aumentar o fluxo sanguíneo) em condições de sombra e exposição, sendo realizadas 7 aferições nas

condições de sombra e 7 nas condições de exposição à radiação solar, constatou que as vacas com sombra apresentaram uma melhor reação do que as vacas submetidas à exposição do estresse calórico em cerca de 17,4%, provando que o uso do tal hormônio também é prejudicado (ROMAN PONCE, 1978). (Figura 9).

Vacas que receberam tratamento hormonal para a superovulação, em estresse calórico, segundo Chemineau (1989), apresentaram uma baixa viabilidade dos óvulos. Um experimento realizado com vacas superovuladas cubano-Holstein revelou que os efeitos do calor provocavam baixa na taxa de fertilização e um número de embriões transferíveis muito abaixo da média (Tabela 4).

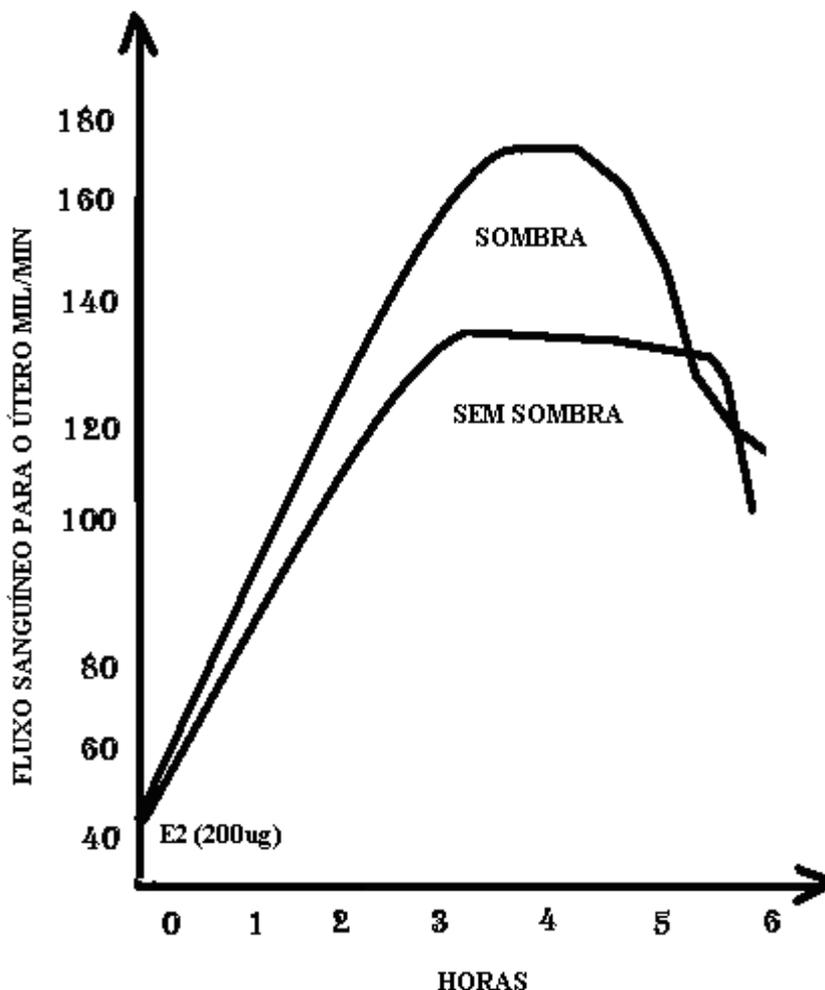


FIGURA 9. Resposta do fluxo sanguíneo uterino após injeção de estradiol em vacas sob sombra e sem sombra. Fonte: Roman Ponce, (1978).

TABELA 4. Efeitos da estação sobre a resposta aos tratamentos de superovulação em vacas cubano-Holstein.

	Estação Fria (dez-mar)		Estação quente (jun-out)
Temperatura mínima e máxima do Ar (°C)	18-25		21-33
Embriões	5,5	N.S	4,4
Taxa de Fertilização (%)	87,3	p<0,01	57,5
Número de Embriões Transferíveis	4,2	p<0,01	1,7

Fonte: Chemineau (1989).

Os efeitos do estresse calórico no desempenho reprodutivo dos touros são caracterizados pela redução na libido, causada pela indisponibilidade física do animal em realizar a atividade sexual, pela supressão de LH dada pelo aumento de cortisol e também pelos efeitos na espermatogênese provocados pela insuficiência na termorregulação testicular, danificando as células germinativas (NASCIMENTO, 2007; SANTIAGO, 2007).

O macho bovino, como é conhecido, é exorquideo, isto é, tem os testículos dispostos fora da cavidade abdominal. São colaboradores dos mecanismos de termorregulação testicular: plexo pampiniforme, o qual consiste em um enovelamento da artéria testicular rodeada por uma rede de veia testicular, sendo tal disposição altamente favorável para dissipação de calor por contracorrente entre sangue arterial “quente” vindo do corpo e sangue venoso “frio”, e possui anastomoses em sua disposição permitindo que só 50% do sangue arterial irrigue o tecido testicular, o que faz com que o órgão trabalhe em estado de hipóxia; túnica dartus e músculo cremaster, os quais trabalham por ação dos nervos simpáticos lombares relaxando ou contraindo, provocando afastamento ou aproximação dos testículos na cavidade igno-abdominal; glândulas sudoríparas, favorecedoras da troca de calor por evaporação, as quais são muito mais abundantes em touros *Bos indicus* do que em *Bos taurus*, sendo estes últimos mais sensíveis ao calor (termosensíveis) (GABALDI e WOLF, 2002; NASCIMENTO, 2007).

Para uma espermatogênese normal, a temperatura testicular deve apresentar um valor 2 a 6°C abaixo da temperatura corporal. Como os animais europeus, adaptados de regiões temperadas, têm uma termogênese muito alta, o aumento da temperatura corporal torna insuficiente o êxito na ação dos mecanismos termorreguladores. Com o aumento da temperatura do corpo, há um aumento proporcional também da temperatura dos testículos, a qual ultrapassa os limites ideais. A gravidade da degeneração testicular no touro vai depender do tempo no qual o animal foi submetido ao estresse. Uma temperatura testicular aumentada em 1 ou

2°C por 8 horas já causa um considerável efeito na espermatogênese (GABALDI e WOLF, 2002; NASCIMENTO, 2007).

Os estágios da espermatogênese mais susceptíveis ao estresse por calor são os de espermatócitos e espermatídes, não sendo muito afetados os estágios de espermatogônias, os quais correspondem à etapa inicial, e os espermatozoides maduros. Há, porém, uma influência do calor sobre estes últimos quando armazenados na cabeça do epidídimo, como alterações estruturais e metabólicas, podendo fecundar os óvulos, mas provocando ocorrência de mortalidade embrionária. A ação do calor na cauda do epidídimo causa comprometimento nas funções absorventes e secretoras desta e baixa a qualidade de fluido (composição) acarretando a dificuldade na passagem dos espermatozoides. Como consequência deste último fato, há o declínio da quantidade de espermatozoides no primeiro ejaculado (KASTELIC et al, 2000; GABALDI E WOLF, 2002).

Os defeitos mais encontrados nos gametas são: espermatozoides decapitados, cabeça piriforme, estreitamento na base da cabeça espermática, gotas citoplasmáticas proximais e distais, defeitos de contorno nas cabeças, acrossomos anormais e motilidade insuficiente. Ao exame externo, os testículos apresentam mudanças anatômicas no tamanho, na textura e na massa (GABALDI e WOLF, 2002).

Em um estudo desenvolvido com touros Guernsey expostos a 37°C a uma umidade relativa de 81% por 12 horas em 17 dias consecutivos, concluiu-se que entre 30 a 40% dos espermatozoides apresentaram-se anormais, sendo a maior frequência espermatozoides com caudas enroladas e cabeças soltas. Foi observado também que a concentração espermática e a motilidade tiveram uma diminuição brusca. Estudos citados por Dalton et al. (2006) concluíram que a motilidade e a morfologia espermáticas foram afetadas após 9 dias de insulto térmico. A motilidade foi afetada em 10 a 20%, sendo detectada essa redução entre os dias 15 e 18 do insulto térmico (Figura 10).

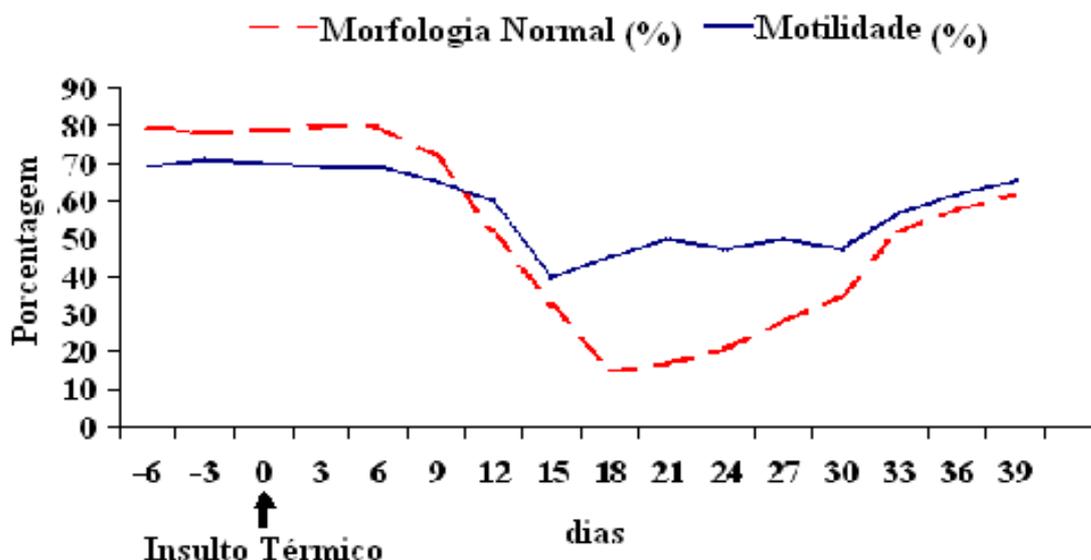


FIGURA 10. Efeitos do insulto térmico sobre a morfologia e a motilidade dos espermatozoides e seus dias de atuação. Fonte: Dalton et al, 2006. Adaptado por FERRO, 2007.

A morfologia espermática, por sua vez, desceu mais pontos percentuais do que a motilidade. O aparecimento de espermatozoides anormais deu-se, aproximadamente, pelo dia 12 do insulto térmico, alcançando um ápice no dia 18, persistindo ainda por mais tempo este efeito em relação à motilidade. A morfologia espermática parece ser mais afetada pelo calor que a motilidade. Quando do término deste estudo, incrivelmente, foi observado que a quantidade de espermatozoides anormais encontrava-se similar à situação de pré-estresse (KASTELIC et al, 2000; Dalton et al, 2006).

A azoospermia (ausência de espermatozoides no ejaculado) é observada quando o insulto térmico é bastante severo, quando da agressão deste à espermatogônia A. As células de Sertoli e de Leydig, as quais são responsáveis, a primeira, pela sustentação e produção de enzimas e estrógenos, a segunda, pela produção de testosterona, indispensável à espermatogênese, são bastante resistentes ao estresse térmico, tanto que, se este for em um curto espaço de tempo, caso haja atenuação do estresse, a volta da espermatogênese normal dar-se-á por 60 dias. Caso o estresse calórico seja crônico, não sendo possível a regeneração das células germinativas, o tecido danificado sofrerá uma fibrose ou calcinose, invalidando o animal. Geralmente, para uma melhora significativa na produção normal de espermatozoides, nos estudos realizados, há um tempo de 6 semanas. Em estresse prolongado, o retorno da espermatogênese às condições normais não é segurança de eficiência reprodutiva, visto que há aumento na mortalidade embrionária (GABALDI e WOLF, 2002).

Os touros *Bos indicus* sofrem menos os efeitos que os *Bos taurus* por apresentarem uma termogênese menos elevada em maior quantidade de glândulas sudoríparas em seus testículos. Além de não ativarem termorregulação testicular satisfatória, há o perigo de infertilidade por danos, visto que os testículos dos animais europeus mostram-se mais pendulosos do que os dos zebuínos por uma reação ao calor. Assim a região escrotal torna-se exposta a traumas pela proximidade ao solo, ocorrendo injúrias físicas (KASTELIC et al, 2000; SANTIAGO, 2007).

Os animais cruzados têm mostrado satisfatoriedade quanto à fertilidade em climas tropicais. Observaram-se, segundo Kastelic et al. (2000), efeitos menos severos e recuperação mais rápida de espermatogênese em touros cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*).

Implicações no desenvolvimento embrionário e na gestação.

Em termos gerais, a fase de maior vulnerabilidade do embrião ante o estresse calórico, para o desencadeamento dos processos responsáveis pelo estabelecimento e manutenção da gestação é até 4-8 células, repercutindo esse efeito no desenvolvimento até o blastocisto. Não há, porém, efeito quando o estresse é incidido em fase de mórula (PIRES et al., 1999; VIANNA, 2002). Hansen e Ealy (1991), citados por Pires et al. (1999), afirmaram que o período gestacional que vai até 7 dias é o de maior sensibilidade aos efeitos severos do calor. Roman Ponce (1978) ressaltou que uma temperatura uterina acima dos 40°C é suficiente para impedir qualquer desenvolvimento embrionário.

Do mesmo modo que o baixo fluxo sanguíneo para o útero decorrente do aumento de temperatura corporal prejudica a função do oviduto e do endométrio gerando um ambiente impróprio para a fecundação, igualmente provocará falhas no desenvolvimento embrionário pós-concepção pelos baixos níveis de progesterona circulante e pela redução do aporte de nutrientes para o embrião. As baixas nas taxas de gestação comprovam isso (PIRES et al., 1999; PAIVA e COSTA, 2004).

É gravíssimo o efeito das baixas taxas de progesterona, pois nesta está a “âncora” de um bom início e manutenção de gestação. Os níveis de tal hormônio são responsáveis pela secreção do epitélio glandular, a secreção histotrófica ou leite uterino, que é uma fonte de nutrientes para o conceito antes da placentação e provoca redução do tônus e da contratilidade da parede uterina inibindo a expulsão de conceito e placenta (KOLB, 1987; PAIVA e COSTA, 2004).

Um outro fator que também é empecilho para a manutenção da gestação é a deficiência da síntese de duas proteínas pelo blastocisto: proteína de choque térmico (HSP- Heat Shock Protein), que previne as ações das temperaturas elevadas nas células e a interferon tau, que é responsável pelo reconhecimento materno da gestação (PIRES et al., 1999).

A primeira é desenvolvida por inúmeras espécies, com esse desenvolvimento podendo ser induzido por vários agentes. O estresse térmico não é a única condição para a ativação da síntese de HSP, mas também infecções, exposição das células a materiais pesados, presença de etanol e agentes oxidantes. Após a ação do agente agressor, pela síntese desta proteína, há uma tolerância das células à outra subsequente agressão, conferindo adaptabilidade ao organismo. As proteínas HSP são agrupadas em cinco famílias: as de 60, 70 e 90 Kilodaltons. As últimas têm seus níveis aumentados, pelo menos em seres humanos, a estímulos metabólicos (LOTTERMANN et al., 2003).

A segunda é uma proteína específica sintetizada pelo embrião que inibe os fatores relacionados com a luteólise. Uma falha ou atraso na sua síntese causa mortalidade embrionária (ARAÚJO et al., 2005).

A ação da interferon tau está em auge entre o 15º e o 17º dias pós concepção, auxiliando no mecanismo de

implantação embrionária com a inibição da prostaglandina (PGF2a) e da luteólise. Em estresse calórico, o embrião (blastocisto) fica incapacitado de sinalizar sua presença pela defasada produção desta proteína, causada pelo atraso do seu desenvolvimento ocasionado pelo baixo aporte nutricional, resultando em morte embrionária e aborto (PIRES et al., 1999; PAIVA e COSTA, 2004).

Em vacas superovuladas, segundo Céron (2007), o efeito do estresse calórico impede o desenvolvimento embrionário entre os dias 1 ao 7º após o estro. Em condições *in vitro*, uma exposição a uma temperatura similar à temperatura retal causou diminuição na porcentagem de embriões que chegam à fase de blastocisto.

Quando a gestação dá continuidade, por vezes, existem indícios de natimortos, sendo, provavelmente, os fatores responsáveis a diminuição do tamanho da placenta e seus cotilédones (CHEMINEAU, 1989).

As novilhas, obviamente, sofrem menos os efeitos do estresse calórico na gestação apresentando taxas de gestação mais altas do que as vacas. Foi o que constataram Pires et al (2002), quando realizaram um experimento nos anos de 1993, 1994 e 1995, com 150 animais inseminados no verão (94 vacas e 56 novilhas) em free stall.

O sistema Free-stall, foi surgido nos Estados Unidos no qual os animais são dispostos lado-a-lado, diferente das baias de repouso coletivo. A disposição deste sistema proporciona maior limpeza aos animais possuindo baias individuais com dimensões favoráveis para o conforto não permitindo que o animal vire-se. Há assim o uso de barras limitadoras, as quais, todas as vezes que o animal se levantar, proporcionam o afastamento da parte posterior. Os dejetos, neste caso, são lançados em um corredor de limpeza permanecendo o animal com o úbere e as pernas alojadas no cubículo. As áreas das baias são organizadas de acordo com a idade das fêmeas (CAMPOS et al., 2006). Sob um ITU de 78,5, neste sistema, verificou-se que no verão a taxa de gestação das novilhas foi de 38,8 pontos percentuais acima da taxa das vacas (significativo) (Tabela 5). Os mesmos autores citaram taxa de gestação nula em novilhas submetidas a estresse calórico por 72 horas (32°C).

TABELA 5. Taxas de gestação de vacas e novilhas confinadas em free stall durante o verão e o inverno de 1993,1994 e 1995. Os valores seguidos por letras diferentes diferem pelo teste do x2 (p<0,05).

Categoria Animal	Verão		Inverno	
	n/total	%gestação	n/total	%gestação
Vacas	43/94	45,7a	104/106	71,2b
Novilhas	47/56	84,5b	25/32	78,3a
Geral	90/150	59,8a	129/178	72,5b

Fonte: Pires et al (2002)

Métodos de atenuação do estresse calórico e soluções para a reprodução.

Várias alternativas são empregadas para minimizar os efeitos do estresse calórico na reprodução de vacas de leite. Abaixo são citadas:

1) Planejamento das instalações: O planejamento de instalações é um fator crucial na prevenção do estresse calórico, proporcionando aos animais máxima estacionalidade da sua zona de conforto térmico. O ato de planejar as instalações deve estar unido ao condicionamento térmico baseado no isolamento térmico e ventilação. Muitas vezes o ambiente interno da instalação é desfavorável pelas elevadas temperaturas, visto que o calor encontrado dentro de uma estrutura na qual está o animal depende da radiação solar incidente e do calor emitido pelos próprios. A radiação pode ser atenuada pelo isolamento térmico e o calor excedente gerado pode ser quebrado pela ventilação. O tamanho das instalações parece não influir no conforto térmico dos animais, mas tem relação com os equipamentos e o manejo. Um fator muito importante é a cobertura das instalações. Uma cobertura que é uma ótima estratégia é a feita de cimento amianto com tinta reflexiva branca (SOUZA, 2003). Árcaro Júnior (2000) lembrou que para animais com livre movimentação, a orientação das instalações indicada é no sentido norte-sul, com o objetivo

de que o piso da instalação receba o sol da tarde e da manhã (35 a 50% da área), principalmente se o piso for de terra. Para os animais confinados com sombra, a orientação indicada é a leste-oeste. Quanto à inclinação dos telhados, as sombras obtidas de telhados inclinados foram mais eficientes.

2) Ventilação forçada nas horas mais quentes do dia associada a banhos por aspersão e outros sistemas de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE): Entre os sistemas de resfriamento adiabático evaporativo estão a nebulização, a microaspersão e a aspersão dos telhados. Estes são adotados em climas quentes por possuírem praticidade, simplicidade e boa relação custo/benefício. Os sistemas de aspersão não têm o objetivo de resfriar o ar, mas permite uma troca de calor mais eficiente, visto que os animais de origem européia são ineficientes na sudorese. As gotas de tamanho maior aspergidas promovem a dissipação de calor pela evaporação da água na pele e nos pêlos. A ventilação associada com a aspersão torna mais eficiente o resfriamento, acelerando a evaporação (CHEMINEAU, 1989; SOUZA, 2003; MATARAZZO et al., 2006)

Resultados bons foram encontrados em Israel no que diz respeito à duração de estro e fertilidade após a inseminação artificial em vacas Holstein (Cuba) submetidas a aspersão associada a ventilação forçada nas horas mais quentes do dia (CHEMINEAU, 1989) (Tabela 6).

TABELA 6. Resultados da ventilação forçada associada a banhos por aspersão em vacas Holstein em Israel para os rendimentos reprodutivos

	s/tratamento		c/tratamento
Pico de temperatura retal	39,7		39,0
Duração cio (horas)	11,5	p<0,05	16
Fertilidade à primeira inseminação (%)	17	p<0,01	59
Gestações ao 150° dia (%)	31	p<0,01	73

(Fonte: Chemineau, 1989).

Para as regiões de elevada umidade relativa, recomenda-se o uso de aspersão em intervalos. Nos intervalos, os ventiladores movimentam o ar sobre os animais. Observações têm conferido grande utilidade neste método. A efetividade do resfriamento evaporativo é maior em regiões de clima quente e seco, nas quais a umidade relativa é menor (MATARAZZO et al, 2006).

O resfriamento evaporativo no animal ocasiona normalidade no consumo de ração pela estimulação do centro do apetite do hipotálamo. Outra maneira de resfriamento evaporativo é o uso de lagos naturais ou artificiais (SOUZA, 2003).

3) O sombreamento: As sombras são classificadas em naturais e artificiais. As naturais, tais como as proporcionadas pelas árvores, tem as vantagens de impedir a incidência de radiação solar e baixar a temperatura ambiente pela atividade evaporativa das

folhas. As árvores são aproveitadoras “por excelência” de radiação solar. Absorvem 90% da radiação visível, responsável pelos processos vitais e 60% de radiação infravermelha. A arborização atenua os efeitos das ondas curtas, o que evita o aquecimento das superfícies nas quais estas incidem além de atenuar os efeitos do ofuscamento e da reflexão. O cuidado no uso de árvores para os sistemas de confinamento é a produção elevada de esterco, o que pode prejudicar o sistema radicular. Para sistemas de criação, são recomendadas árvores que tenham o crescimento rápido, não produzam frutos grandes, apresentem resistência ao acúmulo de esterco, tenham folhas perenes e altura acima de 3 metros (ARCARO JUNIOR, 2000).

Os sistemas *silvipastoris* consistem em sistemas com árvores, pastagens e animais em uma só área. Os benefícios destes sistemas são variados: o beneficiamento

do microclima, com a elevação da umidade; controle da erosão; permitir o prolongamento do período de crescimento das forrageiras pelo aumento da umidade; aumentar o valor nutritivo das forragens com a diminuição do teor de fibra; conforto térmico para as vacas, possibilitando a dissipação de calor (PACIULLO e AROEIRA, 2006).

O sombreamento móvel consiste no uso de sombras móveis (portáteis). Estas sombras não têm a eficácia da instalação fixa, porém têm um efeito considerável nas taxas de concepção. Roman Ponce (1978) observou que foi encontrada taxa de mortalidade embrionária nula em condições de sombreamento e um aumento de 19% na taxa de concepção.

4) Suplementação com betacaroteno: O betacaroteno é o precursor da vitamina A que não ocorre no organismo senão pela ação de seus precursores. O betacaroteno é considerado o transformador principal de vitamina A, sendo que os bovinos têm uma capacidade de transformação de 24%. Como os outros compostos vitamínicos A, degrada-se muito rapidamente em condições de alta temperatura, oxidação, umidade e presença de íons metálicos. No que diz respeito à reprodução, a carência de vitamina A provoca cistos ovarianos e redução na intensidade de libido. A necessidade crucial de vitamina encontra-se na época de cobertura e do parto (TAYAROL, 2004). Em vacas submetidas a estresse calórico, segundo Pires et al. (1999), uma suplementação com betacaroteno por no mínimo 90 dias aumentou a taxa de gestação em 14% em relação às vacas que não tinham sido submetidas a esse tratamento.

5) Uso dos antioxidantes glutathiona, taurina e vitamina E: Funcionam como termoprotetores celulares combatendo a ação de radicais livres que causam toxicidade às células, visto que, em épocas de estresse calórico, há elevado fornecimento de alimentos contendo altos teores de proteína bruta, o que aumenta a produção de uréia pelo fígado que é excretada, acarretando em perdas energéticas. Estudos com estes compostos vem sendo realizados para minimizar os efeitos do calor nas células embrionárias. A vitamina E é responsável pela prevenção de oxidação de ácidos graxos insaturados nas células, conservando a integridade da membrana plasmática. As glândulas endócrinas possuem vitamina E, em especial a hipófise. A vitamina E promove a liberação de onda de FSH e LH e liberação de ACTH. A anormalidade mais encontrada pela sua deficiência na reprodução é a retenção de placenta (TAYAROL, 2004). Experimentos com culturas para mórulas de camundongos e bovinos concluíram não ser eficiente o uso de vitamina E para a fertilidade em estresse calórico e nem o uso de glutathiona e taurina diminuiu susceptibilidade dos embriões dentro do período até 4-8 células (VIANNA, 2002).

6) Inseminação Artificial em Horários pré-estabelecidos e uso de monta natural por curtos períodos: A inseminação artificial em horários pré-determinados consiste em aumentar as taxas de fertilidade devido à dificuldade de identificação de cios. Nos estados Unidos (Flórida) o

emprego deste método aumentou a porcentagem de vacas gestantes pós-parto. Quanto ao uso de monta natural por curtos períodos, há a promoção de descanso físico ao touro (PIRES et al. 1999).

6) Transferência de embriões *in natura* ou criopreservados: No primeiro caso, o embrião seria coletado e transferido para as receptoras com 7 dias, fase em que já se alcançou a superação de vulnerabilidade ao estresse calórico. O segundo caso, a criopreservação, tem a finalidade de melhor aproveitar a fertilização *in vitro*, aumentando a maior uso de embriões, principalmente quando se tem escassez de receptoras. No entanto, a criopreservação de embriões produzidos *in vitro* acarreta em algumas diferenças para com os embriões naturais. Trata-se de danos celulares causados pelo processo de resfriamento que modificam a síntese de produtos essenciais para a manutenção de gestação, devido às particularidades de morfologia e capacidade de desenvolvimento. Entre esses prejuízos, destaca-se a diferença na síntese de interferon-tau. Esses problemas podem reduzir as taxas de gestação, as quais se apresentam inferiores a 20% (ARAÚJO et al., 2005). Araújo et al. (2005) confirmaram que embriões criopreservados secretaram menos interferon-T em comparação aos naturais. A criopreservação, segundo os mesmos autores, também pode acarretar em desenvolvimento inferior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos do estresse calórico nas vacas de leite, principalmente os animais com alto potencial são uma barreira que é ultrapassada não apenas com os métodos imediatos acima descritos, como ventilação, sistemas de resfriamento adiabático evaporativo, mas acima de tudo com planejamentos em longo prazo. O que é visível aos olhos tanto de criadores, já no presente, como de técnicos, é a ameaça do aquecimento global trazendo suas consequências. Este fato acarretará em condições climáticas, no futuro, totalmente impróprias nas regiões tropicais pelo aumento nos ITUs.

Certamente, as alternativas de base diante da ameaça do aquecimento global são as genéticas e a implantação de bosques e florestas que bloqueiam a ação da radiação solar e proporcionam conforto térmico aos animais. Na solução genética, alternativas como o girolando, têm mostrado grande eficácia nos desempenhos produtivos e reprodutivos, como também os outros animais de meio sangue europeu/indiano que possuem características morfológicas e metabólicas adaptadas.

Na questão ambiental, os sistemas silvipastoris são muito eficazes, tanto pela produção de mais biomassa, quanto pela quebra dos efeitos da radiação solar e pelo conforto térmico que proporciona. O uso destes sistemas estabilizaria os ITUs nos limites ideais para gado leiteiro (60 a 64, nunca em 72 ou acima deste). Estas alternativas trariam muitos benefícios aos criadores em sistemas

intensivos, visto que, mesmo em sistema de aspersão e sombra, nota-se ainda exercício de ofegação nas vacas. Para a reprodução, é comprovado que os sistemas artificiais de conforto térmico não são garantia de amenização da infertilidade sazonal, pelo menos em lugares na Flórida, nos quais se costuma notar efeitos intensos do estresse. A quebra da radiação solar pelas árvores proporciona menos acúmulo de calor oriundo da radiação solar a aumento de umidade relativa, tornando o ambiente fresco para animais de alta termogênese.

Se a implantação destes métodos naturais ainda não é plena realidade nas regiões intertropicais, são aconselháveis certos tipos de manejo que proporcionem melhor aproveitamento da atividade reprodutiva sob estresse calórico como o uso de protocolos de inseminação, que proporcionam maior taxa de prenhez (como o protocolo Ovysinch, que tem, segundo estudos, demonstrado altas taxas de prenhez) por não apresentar problemas de detecção. No entanto, os protocolos só funcionam satisfatoriamente se vierem acompanhados de conforto térmico, não sendo solução mágica. Prover também o máximo conforto dias antes da inseminação e nos dias seguintes a essa, impedindo a incidência de radiação solar seria crucial.

Acompanhado do conforto térmico das vacas, os touros também devem ser submetidos a conforto. A provisão de conforto para os touros é menos trabalhosa, visto que estes têm uma termogênese menos elevada em relação às vacas. Uma solução para isso seria submeter os touros à sombra e diminuir os períodos de monta natural, visto que a indisponibilidade física do touro em condições de estresse calórico é um fator relevante.

Em termos gerais, os problemas do estresse calórico devem ser resolvidos em cada situação à sua maneira, dependendo das viabilidades de cada criador. O que deve ser posto em prática é, na realidade, é um sistema de educação ambiental por sistemas de extensão, pois os efeitos do aquecimento global vão causar desertificação e mudanças nos climas e microclimas, segundo a previsão. Quando se pensa em leite, olha-se o ambiente no qual o negócio é planejado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.C.C; VALE FILHO, V.R; FERREIRA, A.M; SÁ, W.F; BARRETO FILHO, J.B; CAMARGO, L.S.A; SERAPIÃO, L.V; SILVA, M.V.G.B.. Secreção de Interferon tau em embriões bovinos produzidos in vitro frescos e congelados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.6, p.751- 756, 2005.

ARCARO JÚNIOR, I. **Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. 2000 94p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2000.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: Editora da UFV.1997. 246p.

BERBIGIER, P. **Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale**. Paris: Ed. INRA Publ.,1988 237 págs.

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-ARCOCHO, A.; CANTON, G.H.; PIT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

BRASIL ESCOLA. **temperatura-calor**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/temperatura-calor.htm>> . Acesso: Maio de 2006.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. . **CONSTRUÇÕES PARA GADO DE LEITE: Instalações para Novilhas**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/artigos/zootecnia/constleite/index.htm>. Acesso em: 29/5/2007

CERÓN, J.H. **Causas e Tratamientos de la Infertilidad em la vaca lechera**. 2007. Disponível em: http://www.cuencarural.com/lecheria/causas_y_tratamientos_de_la_infertilidad_en_la_vaca_lechera. Acesso em: 9 de abril de 2007.

CHEMINEAU, P. **Y Fuentes, JL. Fertilité de brebis Pelibuey et Suffolk en climat tropical. Ann. Zootech. Medio ambiente y reproducción animal**. 1989. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/v1650t/v1650T04.htm>. Acesso: Junho 2006.

COSTA e SILVA, Eliane V. Ambiente e manejo reprodutivo: problemas e soluções. In: ZOOTEC 2003- AMBÎNCIA, EFICIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO ANIMAL, 2003, Uberaba: Minas Gerais, Vol.2. 11 a 23 de maio de 2003. pgs.:75-87.

CRESESB **Radiação solar- Energia solar- Principios e aplicações**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_solar.htm>. Acesso: junho de 2006.

CTEEP. **Langley**. Transmissão Paulista. Disponível em: http://www.cteep.com.br/setor_glossario_termos_1.shtml. Acesso: junho 2007

DALTON, J.C; Ahmadzadeh, A.; Chebel, R.C.; Overton, M.W.; **Cómo elevar al máximo el Desempeño Reproductivo em Los Bovinos Lecheros de Alta Producción**. In: 22. Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero- Cigal. 2006. Disponível em: <http://www.cigal.biz/ponencias/elevar.html>. Acesso: Abril de 2007.

DUKES, H.H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Editores: Melvin J. Swenson e William o. Reece. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 700p.

DU PREZ, J.H et al. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. I Temperature humidity index mean values the four main seasons. **Onderstepoort. J. Vet.Res**, v.57,n.3,p183-187,1990.

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO.**Radiação Solar**. Dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.cpsa.embrapa.br/sistema_producao/spmelancia/glossario.htm> Acesso:maio de 2006..

FEITOSA, A.N. **Manejo Nutricional de gado de leite submetido em condições de estresse calórico**. Rio Largo, AL: CECA/UFAL, 2005. 26p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio, o minidicionário da Língua Portuguesa, século XXI**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.790p.

GABALDI, S.H; WOLF, A. A importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Ciê.n. Agr. Saúde**. FEA, V.2, n.2, p.66-70. jul-dez,2002.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**.2003 84p.Dissertação (Mestrado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo: São Paulo. 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D. **Introdução à Endocrinologia Reprodutiva Veterinária.Universidade Federal do Rio Grande do Sul**.2002.Disponível em: http://www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/endocrino/endo_crinolv.pdf. Acesso: 15 de agosto de 2006.

GRIMM, A.M. **Meteorologia Básica- Notas de Aula**. Primeira Versão Eletrônica: set 1999.1999 Disponível em: [//fisica.ufpr.br/Grimm/apostmeteo/](http://fisica.ufpr.br/Grimm/apostmeteo/). Acesso: Agosto de 2006.

HAFEZ, E.S.E; Hafez, B. **Reprodução Animal**. 7ª edição. Tamboré, Barueri, São Paulo: Editora Manole.2004.

HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press,. v.2, p.151-74.1985

HANSEN, P.J., EALY, A.D. Effects of heat stress on the establishment and maintenance of pregnancy in cattle. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.1, p.108-119, 1991.

KASTELIC, J.; Cook, R.B; Couter, G.H. Termorregulación escrotal/testicular en toros. **IVIS-International Veterinary Information Service**. In: Topics in Bull Fertility, P.J Chenoweth (Ed). New York:21 Jun 2000

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612 p.

LEITE, D.M.G. Efeitos negativos do estresse sobre o desempenho reprodutivo. Seminário apresentado na disciplina Endocrinologia da reprodução. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFRGS. Rio Grande do Sul, 2002.

LIBONI, M. **A influencia do estresse na reprodução de bovinos**. 1997. Disponível em: http://www.sebraees.com.br/ideiasnegocios/pag_mos_ide_neg.asp?id=760&tipoobjeto=3&objeto=760&botao=0 . Acesso: Outubro de 2006.

LOTTERMANN, A.; RANZOLIN, A.; VON MÜHLEN, C.A.; STAUB, H.L. Anticorpos contra proteínas de choque térmico Auto Imunidade e Aterosclerose. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.43, n.5, p.302-8, set/ out 2003.

MAIA, A.S.C; SILVA, R.G; BERTIPAGLIA, E.C.A.; Características do Pelame de Vacas Holandesas em Ambiente Tropical:Um Estudo Genético e Adaptativo.**Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 32, n.4, p. 843-853. 2003.

MARQUES, J. A. Estresse e produção animal. 2000 (Curso de Atualização-FUNDEPEC PR).

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**.2002. 67p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2002.

MARTELLO, L.S; JÚNIOR,H.S; LUZ E SILVA, S.;TITTO,E.A.L. . Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol 33, n.1,p.181-191 Jan/Fev 2004.

MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**.2004. 143p. Tese (Doutorado). Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Universidade de São Paulo: São Paulo. 2004.

- MATARAZZO, S.V; SILVA,I.J.O.d; PERISSINOTO, M.;FERNANDES,S.A.D.A. Intermitência do Sistema de Resfriamento Adiabático Evaporativo por aspersão em instalação para vacas em lactação. **Eng. Agric. Jaboticabal**, vol.26, n.3, p.654-662,set/dez 2006.
- MOREIRA, J.C; Sene, E. **Geografia Geral e do Brasil, espaço geográfico e globalização**. São Paulo: Scipione, 2005. 559p.
- NASCIMENTO, M.R.B.M. Termorregulação testicular em bovinos. 2007. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária. Apresentação em Powerpoint.
- PACIULLO, D.S.C; AROEIRA, L.J.M. **Sistemas silvipastoris para a produção de leite: Seis Vantagens**.2006. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/art-aroeira3htm>>. Acesso: 15 de maio de 2007.
- PAIVA, F. P; COSTA, D.S. Mortalidade embrionária Precoce: Fatores implicados e avaliação-ultrasonográfica. **Scientia**, V.5, n. ½, Vila Velha, ES, p.105-121, jan/dez 2004.
- PEREIRA, JCC. **Melhoramento Genético aplicado à produção Animal**. Belo Horizonte, Minas Gerais: FEPMVZ Editora. 2001.555p.
- PIRES, M.F.A; FERREIRA, A.M; COELHO, S. G. Estresse calórico em Bovinos de Leite. **Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia**, N.29, pgs.: 23-37, 1999
- PIRES, M.F.A.; FERREIRA, A.M; SATURNINO, H.M; R.L. TEODORO,R.L. Taxa de Gestação de Fêmeas da Raça Holandesa confinadas em *free stall* no verão e no inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.54, n.1, Belo Horizonte. Fevereiro de 2002.
- PIRES, M.F.A; CAMPOS, A.T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: RESENDE, H; Campos, A. T.; Pires, M.F. A (Orgs).Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira, 1 ed, Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite.2003, v.1,250p.a
- PIRES,M.F.A; CAMPOS, A.T.; NOVAES, L.P. **Razas Lecheras: ambiente y comportamiento animal en los trópicos**. Foro Americano sobre Pecuária Leiteira Tropical. 2003. Disponível em: <http://www.secnetpro.com/fepale/contenido3.htm-modulo3>. Acesso em Agosto de 2005.b.
- RODRIGUES, E. **Conforto Térmico das Construções. 3. Fisiologia da Homeotermia**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundocap/EDtulo3-Homeotermia.pdf>>. Acesso: Agosto de 2006.
- ROMAN PONCE, H. Efectos del estrés térmico sobre la fertilidad del ganado bovino. Programa de Investigación con ganado lechero en clima tropical Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. SARH. **Ciência Veterinária** 2. 1978.
- ROSA, J.P. Endocrinologia do estresse e importância do bem-estar animal. Seminário apresentado na disciplina de bioquímica animal. Pós graduação em ciências veterinárias, UFRGS, Rio Grande do sul, 2003.
- SANTIAGO, L. T. **Distúrbios produtivos e reprodutivos em rebanho submetido ao estresse calórico**. 2007. Disponível em:<http://www.agrolink.com.br/saudeanimal/pg_detalle_noticia.asp?cod=51728. Acesso: Maio 2007.
- SANTOS, C.R. Melhoramento genético de bovinos de leite In: Simpósio de Pecuária Leiteira,3 1983, Campinas: CATI/USP. 1983.
- SANTOS, R.S.S. Hormonioterapia na reprodução. Seminário apresentado na disciplina endocrinologia da reprodução. Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, UFRGS, Rio Grande do Sul, 2002
- SANTOS, V. P. O estresse e a reprodução. Seminário apresentado na disciplina endocrinologia da Reprodução. Programa de pós-graduação em ciências veterinárias, UFRGS, Rio Grande do Sul, 2003.
- SANTOS, E.O, Metabolismo do Estresse: Impactos na saúde e na produção animal. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do tecido animal. Pós graduação em ciências veterinárias, UFRGS, Rio Grande do Sul, 2005..
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, R.G; SCALA JR. N.L; POYAY, P.L.B; Transmissão de radiação Ultravioleta através do Pelame e da Epiderme de Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 30 (6):1939-1947,2001.
- SOUZA, C.F; TINÔCO, I.F.F; BAÊTA, F.C; FERREIRA,W.P.M; SILVA, R.S. Avaliação de Materiais Alternativos para Termômetro de Globo Negro. Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. **Ciênc. Agrotec**. v.26, n.1, Lavras- MG, p.157-164. 2002
- SOUZA, S.R.L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema free stall**.2003, 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003.

TAYAROL, L.C. **Vitaminas, esquecidas ou desconhecidas.** 2004. Disponível em: <http://www.dbosul.com.br/revistas/revista_Melhora/pdb/os_materia.asp?edicao=042&Arquivo=ARTIGO1.TXT>. Acesso: 19 de novembro de 2006.

TEODORO, R.L. e VERNEQUE, R.S. **Sistema de cruzamento como alternativa para o melhoramento de bovinos.** 1999. Disponível em: <http://www.sbz.org.br>. 1999 Acesso: 03/09/2006.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

TITTO, E.A.L., PEREIRA, A.M.F.; PASSINI, R.; BALIEIRO NETO, G. I.; FAGUNDES, A.C.A.; LIMA, C.G.. Estudo da tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, **Anais...**, 1998, p.361-366.

VASCONCELOS, J.L.M. **Manejo de vacas leiteiras para melhoria do desempenho reprodutivo durante períodos de estresse calórico.** Milk Point, 2001. Disponível em: < <http://www.milkpoint.com.br>> . Acesso: junho 2006.

VENDRUSCOLO, M. **Relação entre o tempo do ato da inseminação artificial de bovinos e a fertilidade.** 2004, 41p Dissertação (Mestrado em ciências veterinárias). Setor de Ciências Agrárias, UFPR, Paraná, Curitiba, 2004.

VIANNA, F.P. Influência do estresse térmico na atividade reprodutiva de fêmeas bovinas. Monografia apresentada à disciplina Seminários I. Universidade Estadual de São Paulo, Campus de Botucatu. Botucatu, São Paulo, 2002. 17p.

WIKIPEDIA. **Vento.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Vento>. Acesso: Maio de 2006.

Recebido em 05/11/2010

Aceito em 22/08/2010