

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA

**EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM REBANHOS LEITEIROS DE ALTA
PRODUÇÃO**

Autora: Laura da Nova Cruz Pegorini

PORTO ALEGRE

2011/02

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA

EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM REBANHOS LEITEIROS DE ALTA
PRODUÇÃO

Autora: Laura da Nova Cruz Pegorini

Trabalho apresentado como requisito parcial para
graduação em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. João Batista Souza Borges

PORTO ALEGRE

2011/02

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índice de temperatura e umidade	8
Figura 2. Estresse térmico e suas consequências comportamentais e fisiológicas que aumentam o risco de acidose	14
Figura 3. Variações na sensibilidade reprodutiva da vaca ao estresse térmico. O estresse térmico pode lesionar a função folicular até mesmo 20-26 dias após o estro e lesionar o embrião nas fases iniciais de seu desenvolvimento. A medida que os dias passam, o embrião se torna mais resistente ao calor. Fonte: Fuquay <i>et al.</i> , 2011. Modificado pelo autor.	17
Figura 4. Vacas em pastagem se encaminhando para tomar água. Vacas em pastagem (seta esquerda) sem acesso a sombra ou água. A água de beber provém de açude (seta direita) e os animais devem caminhar longa distância sob o Sol para chegar até ela	26
Figura 5. Sombreamento artificial com sombrite anexo ao galpão tipo free-stall. Esta estrutura possuía piso de concreto e cocho de água no centro. Os animais mantidos em confinamento no sistema free-stall tinham livre acesso ao local.	27
Figura 6. Sombreamento natural para vacas em lactação através de eucaliptos plantados em linha.....	29
Figura 7. Desenho free-stall típico com sistema de resfriamento por aspersão e ventilação	32
Figura 8. Exemplo de sombreamento da sala de espera com uso de sombrite	34
Figura 9. Exemplo de sala de ordenha bem ventilada. A sala de ordenha em questão não possui paredes laterais para permitir uma maior circulação do vento (seta amarela). Para evitar a incidência de vento nos ordenhadores em períodos frios, possui duas cortinas de lona móveis (setas vermelhas)..	35
Figura 10. Exemplos de abertura no telhado para auxiliar no resfriamento. A: lanternim na cumeeira do galpão para permitir maior circulação do ar no interior. B: instalação de exaustores em galpão sem lanternim.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Variações esperadas em ingestão de matéria seca (DMI), produção leiteira e ingestão de água com o aumento da temperatura ambiental	11
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	QUANTIFICANDO O ESTRESSE TÉRMICO	8
3	ESTRESSE TÉRMICO NA VACA EM LACTAÇÃO	10
3.1	Alterações comportamentais	10
3.2	Alterações fisiológicas	11
3.2.1	Alterações endócrinas	11
3.2.2	Alterações no equilíbrio ácido-básico	12
3.3	Alterações reprodutivas	14
3.3.1	Espressão de estro	14
3.3.2	Fertilidade	15
3.4	Efeitos na produção de leite	18
4	ESTRESSE TÉRMICO NA VACA SECA E NO PRÉ-PARTO	20
5	ESTRESSE TÉRMICO EM TERNEIRAS	21
6	ESTRESSE TÉRMICO EM NOVILHAS	22
7	ALTERNATIVAS DE MANEJO E AMBIÊNCIA	23
7.1	Alteração na alimentação	23
7.2	Acesso a água	25
7.3	Sombreamento	25
7.3.1	Sombreamento artificial	25
7.3.2	Sombreamento natural	28
7.4	Aspersores e ventilação	30
7.4.1	Ventilação com nebulização	32
7.5	Sala de espera	32
7.6	Sala de ordenha	34
7.7	Desenho galpão de alimentação e free-stall	34
8	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	42

Resumo

Estresse térmico causa um grande impacto econômico à indústria leiteira mundial. A medida que aumenta a produtividade da vaca leiteira, eleva-se a produção de calor metabólico pelo seu organismo e, conseqüentemente, a susceptibilidade a altas temperaturas ambientais. Quando vacas leiteiras sofrem de estresse térmico, a eficiência reprodutiva diminui devido a redução na duração e intensidade do estro, desenvolvimento folicular alterado e falha no desenvolvimento embrionário. Além disso, a ingestão de matéria seca e produção leiteira diminuem significativamente, contribuindo para a queda na produtividade. Embora as maiores perdas ocorram nas vacas em lactação, vacas secas e no pré-parto, novilhas e terneiras também podem ter seu desempenho comprometido. O entendimento dos mecanismos através do qual o estresse térmico influencia o organismo do animal e de que forma este age em resposta, têm permitido o desenvolvimento de estratégias com vista a minimizar estas perdas. As principais estratégias de resfriamento utilizadas são o fornecimento de sombra, ventilação e aspersão nos galpões de alimentação, free-stall e sala de espera. Mudanças de manejo também são essenciais, evitando a colocação dos animais em pastagens durante os períodos mais quentes do dia e mudanças no horário e composição da dieta. Com relação à reprodução, inseminação artificial a tempo fixo (IATF) e a transferência de embriões também tem sido usadas com forma de evitar os prejuízos econômicos decorrentes do estresse térmico.

Abstract

Heat stress has an enormous economic impact in the global dairy industry. When dairy cow production increases, heat metabolic production increases too and, consequently, the susceptibility to high ambient temperatures. Cows under heat stress have reduced duration and intensity of estrus, altered follicular development and impaired embryonic development. Furthermore, dry matter intake and milk production decreases significantly, contributing to less productivity. Although most losses are in lactating cows, dry cows, heifers and calf's can have compromised performance too. Understanding the mechanisms by heat stress act on animal's organism and how it answers has allowing the development of strategies to minimize these losses. Common methods to ameliorate effects of heat stress is cooling in form of shadow, ventilation and soakers in feeding stalls, free-stalls and milking parlor. Management changes are important too, avoiding let cows in pasture during hottest hours of the day and changes in feeding time and diet composition. In reproduction, timed artificial insemination and embryo transfer has also been used to avoid economic losses due to heat stress.

1 INTRODUÇÃO

Estresse térmico é o termo usado para caracterizar a situação que ocorre nos animais quando o calor gerado pelo seu organismo, somado ao calor absorvido do ambiente, é maior que a sua capacidade de dissipá-lo. Essa situação é particularmente importante em rebanhos leiteiros por duas razões: à medida que aumenta a sua produtividade, eleva-se a ingestão de alimento e, conseqüentemente, sua produção de calor metabólico. Considerando que as raças de vacas mais produtivas são animais compactos, com pequena relação superfície/volume corporal, há dificuldade de dissipação deste calor para o ambiente. Além disso, os maiores rebanhos leiteiros de alta produção do mundo localizam-se em regiões sujeitas a altas temperaturas, como Estados Unidos, Brasil e Israel.

Os problemas causados pelo estresse térmico nos rebanhos leiteiros estão diretamente relacionados a perdas de produtividade, seja tanto pela diminuição na produção leiteira e fertilidade quanto pela maior incidência de doenças e problemas metabólicos que somados contribuem para diminuir a lucratividade do sistema. Segundo Kadzere; Murphy, (2002), a produção leiteira pode ser reduzida de 3 a 30% e os índices reprodutivos podem chegar a 0% em casos extremos. Todas estas respostas fisiológicas são mais pronunciadas e prolongadas em *Bos taurus* que em *Bos indicus*, principalmente devido à maior capacidade produtiva e menor adaptação ao calor do primeiro.

As raças leiteiras de alta produção tem sua zona de conforto térmico entre 5 e 15°C e qualquer aumento de 15 para 25°C já é suficiente para provocar perdas em produtividade. As temperaturas maiores que 25°C são consideradas extremamente críticas para o bem estar destes animais (FUQUAY *et al.*, 2011).

Na região sul do Brasil, o clima se caracteriza como subtropical úmido com grande variação térmica anual: invernos frios (< 18°C) e verões quentes (até 33°C). As temperaturas são altamente influenciadas pela topografia, sendo mais frescas nas regiões altas da serra. A produção leiteira tecnificada da região é baseada em animais *Bos taurus* (Holandeses e Jêrseys) e durante os meses quentes do verão (Dezembro a Março) têm sua produção alterada em função das temperaturas, entretanto, estes efeitos na produção e reprodução tem sido pouco estudados e documentados.

O objetivo desta revisão é descrever de que maneira o estresse calórico age nos animais, principalmente nas vacas em lactação, levando a perdas em produtividade e quais são as formas que vem trazendo melhores resultados no resfriamento dos ambientes dos rebanhos leiteiros da região sul do Brasil.

2 QUANTIFICANDO O ESTRESSE TÉRMICO

Como já discutido anteriormente, a zona de conforto térmico de vacas leiteiras de alta produção situa-se em uma faixa de 5 a 15°C. Qualquer elevação de temperatura acima desta faixa é capaz de causar desconforto e perdas em produtividade. Os dois principais mecanismos de eliminação de calor nos bovinos se dividem em evaporativos (eliminação de calor pela respiração e suor) e não evaporativos (troca de calor corporal com o meio ambiente). Em situações de altas temperaturas ambientais, exposição à radiação solar (direta ou indireta), ausência de movimentação do ar e alta umidade, essa perda de calor para o ambiente fica comprometida e a temperatura do animal se eleva.

Tanto a temperatura quanto a umidade do ambiente são os parâmetros que mais dificultam a dissipação de calor. Para melhor avaliar a influência das variações do ambiente sobre o conforto de vacas em lactação, foi criado o Índice de Temperatura e Umidade (THI) (**Figura 1**), uma ferramenta acurada para medição de estresse térmico, que combina em uma única tabela os resultados de temperatura e umidade do ambiente. Quanto maior o índice obtido, maior o desconforto.

Figura 1 - Índice de Temperatura e Umidade (THI).

°C	UMIDADE RELATIVA DO AR																					
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
24															72	72	73	73	74	74	75	75
26							72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	80
29			72	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	85	85
32	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	90
35	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95
37	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	99	99
40	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97							
43	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97										
46	84	85	87	88	90	91	93	95	96	87												
49	86	88	89	91	93	94	96	98														

Fonte: PENNINGTON e VAN DEVENDER, 2004. Adaptado pelo autor.

Considera-se que vacas leiteiras não experimentam estresse quando THI é <72, estresse moderado quando THI está entre 73 e 77, estresse significativo quando THI está entre 78 e 88 e estresse severo quando entre 89 e 99. Com THI > que 99, há possibilidade de morte. Entretanto, estudos recentes conduzidos na Universidade do Arizona, indicam que a produção

das vacas leiteiras já é negativamente afetada por um THI menor que 72 (FUQUAY et AL., 2011).

Apesar do THI ser uma ferramenta muito útil para medir a resposta da vaca ao estresse térmico, respostas individuais dos animais ao calor não devem ser desconsideradas. O primeiro sinal de estresse térmico evidenciado é o aumento na frequência respiratória (FR) e na eliminação de suor. O aumento na temperatura corporal (TC) é o resultado da falha na regulação da temperatura. Uma vaca leiteira em condições ideais de THI apresenta TC entre 38 e 39,1°C e FR entre 15 e 35 movimentos por minuto. Uma TC > 39,2°C e FR > 60 movimentos por minuto é indicativo claro de estresse térmico (WEST, 2003).

Em termos práticos, uma maneira fácil de determinar se as vacas estão enfrentando estresse é escolher aleatoriamente um grupo de dez animais e medir suas temperatura retais. Se mais de sete das dez vacas estiverem com temperaturas maiores que 39,5°C, os animais provavelmente estão enfrentando estresse. Pode-se também avaliar a frequência respiratória. (PENNINGTON; VAN DEVENDER, 2004).

Igono *et al.*, (1992) *apud* West, (2003), reportou que apesar de altas temperaturas ambientais durante o dia, um período de temperaturas menores que 21°C por três a seis horas seria suficiente para minimizar o declínio na produção leiteira. Assim, os esforços devem ser tanto no sentido de minimizar o aumento de temperatura corporal dos animais durante os períodos quentes do dia, mas também encontrar maneiras de facilitar a perda de calor durante as horas frescas da noite.

3 ESTRESSE TÉRMICO NA VACA EM LACTAÇÃO

Devido à grande ingestão de alimento necessária à produção leiteira, as vacas em lactação são a categoria que mais sofre os efeitos do estresse térmico. Vacas em lactação expostas a altas temperaturas ambientais associado à alta umidade relativa e radiação solar, usualmente respondem com redução na produção leiteira, menor ingestão de alimentos e diminuição na performance reprodutiva (WHEELLOCK *et al.*, 2010). Além disso, presume-se que animais em estresse térmico têm seu requerimento de manutenção aumentado devido a um aumento na energia necessária para a perda de calor através de suor e respiração. Embora difícil de quantificar, acredita-se que os custos de manutenção se elevem de 25 a 30% devido à energia necessária para dissipar calor (WHEELLOCK *et al.*, 2010).

Receptores sensíveis à temperatura se localizam em diversas partes do corpo e ao detectarem aumentos de temperatura, enviam sinais nervosos para o hipotálamo que é o responsável pelas mudanças anatômicas, comportamentais e fisiológicas do animal numa tentativa de impedir o aumento da temperatura (CURTIS, 1983 *apud* WEST, 2003).

3.1 Alterações Comportamentais

Atitudes comportamentais evidenciadas pelos animais em estresse térmico são descritas abaixo em ordem de gravidade:

- Corpo alinhado na direção da radiação solar;
- Busca por sombra;
- Recusa em deitar;
- Redução da ingestão de alimentos ou ingestão frequente de pequenas porções;
- Aglomeração ao redor de fontes de água;
- Imersão do corpo em fontes de água;
- Agitação e desassossego;
- Redução e parada na ruminação;
- Boca aberta e respiração ofegante;
- Salivação excessiva;

Fonte: Fuquay *et al.*, (2011).

3.2 Alterações Fisiológicas

Os numerosos mecanismos fisiológicos do organismo da vaca leiteira para lidar com o estresse térmico foram revistos por Blackshaw; Blackshaw, (1994) *apud* West, (1999). Estes mecanismos incluem transpiração, aumento da frequência respiratória e maior vaso-dilatação com aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da pele. Redução no metabolismo, declínio da ingestão de alimentos e alteração no metabolismo hídrico ocorrem em resposta ao estresse térmico. Infelizmente, essa resposta frequentemente tem um impacto negativo na fisiologia da vaca e na produção leiteira (WEST, 1999) como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 - Variações esperadas em ingestão de matéria seca (DMI), produção leiteira e ingestão de água com o aumento da temperatura ambiental.

Temperatura (°C)	Produção leiteira e ingestão esperados		
	DMI (Kg)	Prod. Leite (Kg)	Ingestão Água (L)
20	18,1	26,9	68,13
25	17,7	24,9	73,81
30	16,9	22,9	79,1
35	16,7	18	119,9
40	10,2	12	105,9

Fonte: PENNINGTON e VAN DEVENDER, (2004). Adaptado pelo autor.

O mecanismo através do qual o estresse térmico afeta a produção leiteira foi primariamente explicado pela redução na ingestão de alimentos. Entretanto, outras mudanças fisiológicas provocadas pela hipertermia incluem alteração no status endócrino e aumento dos requerimentos de manutenção, podendo ambos serem responsáveis pelo declínio na disponibilidade de nutrientes e energia para a síntese do leite (WHEELLOCK *et al.*, 2010).

3.2.1 Alterações endócrinas

Em um estudo de Wheelock *et al.*, (2010), comparou-se grupos de animais submetidos a estresse térmico com consumo de alimento a vontade (A) e outro em condições de termo-neutralidade mas com oferta reduzida de alimentos (B). Embora o consumo de alimentos

tenha se equiparado entre os dois grupos (redução de 30% em relação ao ingerido previamente em termo-neutralidade e consumo a vontade), a redução na produção leiteira foi mais acentuada no grupo A (27,6%) que no grupo B (13,9%), demonstrando claramente que o estresse térmico foi responsável por apenas 50% da redução na produção leiteira.

Este mesmo estudo demonstrou que o grupo A apresentou ácidos graxos não esterificados (non-esterified fatty-acid - NEFA) plasmáticos mais baixos que o grupo B. NEFA é um parâmetro metabólico indicativo do uso da glicose pelo organismo e se eleva em resposta à menor ingestão de alimentos. O estudo demonstrou que em vacas submetidas a estresse térmico, os valores plasmáticos de NEFA não se elevam em resposta ao menor consumo de alimentos. Esse mecanismo pode ser resultado de uma tentativa do próprio animal de se adaptar ao aumento na temperatura através da supressão da mobilização de tecido adiposo, uma vez que a beta-oxidação do NEFA pode produzir mais calor metabólico que a oxidação de carboidratos.

Outra alteração endócrina provocada pelo estresse térmico na vaca leiteira foi demonstrado por Igono *et al.*,(1988) *apud* West, (2003). O autor observou que a concentração de somatotropina no leite declina significativamente quando THI excede 70. Os autores especularam que o declínio era devido a uma supressão na produção do hormônio, numa tentativa de reduzir a produção de calor metabólico. Reduzir a concentração de hormônios metabólicos em situações de estresse térmico é facilmente entendível e provavelmente reflete os esforços do organismo do animal para reduzir a produção de calor.

3.2.2 Alterações no equilíbrio ácido-básico

O estresse térmico é de natureza cíclica, com as vacas geralmente atingindo o maior grau de estresse no final da manhã-início da tarde e menor durante a noite. Essa ciclicidade induz a variações diárias no equilíbrio ácido-básico dos animais.

Segundo West (2003), durante as horas quentes do dia, como resultado dos esforços do organismo da vaca em dissipar calor, a frequência respiratória se eleva e com ela a perda de CO₂, diminuindo a concentração sanguínea deste gás e resultando em alcalose respiratória. Como forma de compensar o aumento do pH sanguíneo, o organismo aumenta a excreção de bicarbonato na urina, levando a um declínio na concentração sanguínea de bicarbonato. Ocorre ainda, perda de grandes quantidades de bicarbonato excretadas com o suor.

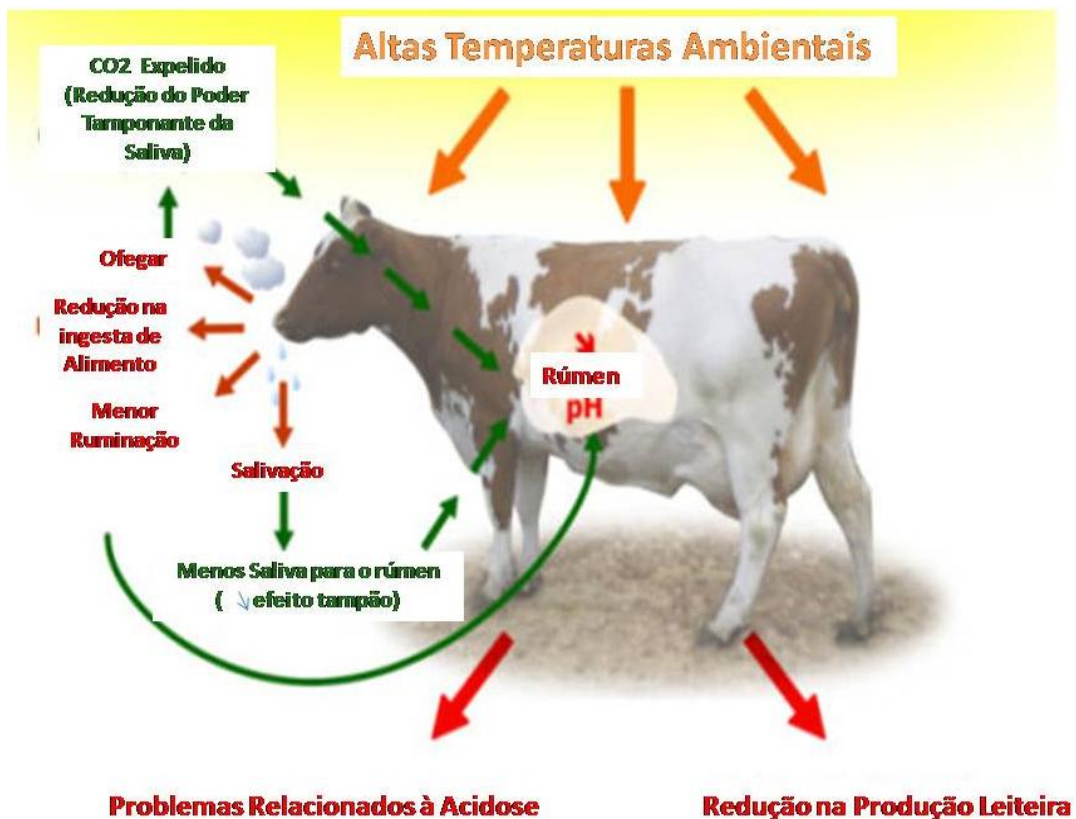
Durante as horas frescas da noite a frequência respiratória normaliza-se e a transpiração cessa rapidamente. Entretanto, as excreções urinárias necessitam de um período

de tempo maior para serem alteradas, fazendo com que o animal passe de um estado de alcalose respiratória compensada durante o dia para um estado de acidose metabólica no período da noite (WEST, 2003).

Além disso, vacas submetidas a estresse térmico estão sob maior risco de desenvolverem acidose ruminal devido à diminuição na contratilidade do rúmen. O número de contrações ruminais diminui de 2,4 para 1,7 por minuto quando vacas em lactação não tem acesso a sombra (temperatura retal de 38,7 aumentada para 39,6°C), Fuquay *et al.*, (2011). Essa diminuição no número e intensidade das contrações ruminais tem um efeito negativo na produção de saliva, levando a queda no pH ruminal. Essa menor atividade da musculatura ruminal também pode ser relacionada à redução na concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen. Esses ácidos graxos são essenciais em estimular a motilidade ruminal por agirem em receptores na parede ruminal e poderiam explicar em parte essa menor motilidade. A **Figura 2** esquematiza algumas das alterações metabólicas que ocorrem no organismo da vaca sob estresse térmico.

No caso de animais não alimentados com dieta total (na dieta total todo alimento fornecido é misturado, dificultando a seleção por parte da vaca), o risco dos animais desenvolverem acidose é ainda maior pelo menor consumo voluntário de alimentos volumosos, uma vez que a digestão destes provoca maior incremento na produção metabólica de calor.

Figura 2 - Estresse térmico e suas conseqüências comportamentais e fisiológicas que aumentam o risco de acidose.



Fonte: LALLEMAND, (2011). Adaptado pelo autor.

3.3 Influência na Eficiência Reprodutiva

A performance reprodutiva de vacas em lactação é gravemente alterada durante os meses de extremo calor, tanto pela menor expressão de estro quanto pela redução direta na fertilidade. Segundo um estudo citado por Thatcher *et al.*, (2010), as taxas de concepção no verão caíram 47% em rebanhos dos Estados Unidos que utilizavam poucas estratégias de resfriamento em relação às taxas obtidas durante o inverno. Mesmo naqueles rebanhos que utilizavam bons sistemas de resfriamento, a queda nas taxas de concepção foi de 32%. Ainda Segundo Kadzere; Murphy, (2002) os índices reprodutivos podem chegar a zero nos meses de extremo calor.

3.3.1 Expressão de estro

Em períodos de estresse térmico as vacas tendem a demonstrar menos sinais de estro, que envolve períodos mais curtos (20h para animais na zona de conforto térmico e 11 a 14h para animais em estresse) e redução na atividade de monta. Essa alteração está mais relacionada com falhas na expressão de estro do que por falhas diretas no estro. Vacas são menos ativas em estresse térmico e menos dispostas a montarem outras vacas durante o estro, (FUQUAY *et al.*, 2011).

3.3.1.1 Inseminação artificial a tempo fixo (IATF)

Inseminação artificial a tempo fixo (IATF) é uma ferramenta cada vez mais usada como forma de diminuir a necessidade de observação de estro em rebanhos leiteiros. Em períodos de estresse térmico, pode ser usada como forma de aumentar as taxas de concepção

O uso da IATF é capaz de aumentar as taxas de prenhez em situações de estresse moderado, quando apenas a demonstração de estro está comprometida. Com o aumento do calor, as alterações deixam de ser meramente comportamentais para se tornarem fisiológicas.

Segundo dois estudos citados por Fuquay *et al.*, (2011), vacas em estresse térmico submetidas a primeira inseminação aos 90 dias do pós-parto obtiveram 16,6% de prenhez no grupo submetido a IATF enquanto o grupo controle teve apenas 9,8% de prenhez. Em outro estudo semelhante, as porcentagens de prenhez aos 90 dias foram 34,3% para o grupo IATF e 14,3% no controle.

3.3.2 Fertilidade

Mesmo quando forem observadas em estro, a probabilidade de que a prenhez seja estabelecida e mantida após a cobertura é baixa durante o estresse térmico devido a uma menor taxa de fertilização e maior taxa de morte embrionária. Durante o estresse térmico, a redistribuição do fluxo sanguíneo das vísceras para a periferia corporal na tentativa de aumentar a dissipação de calor pelo organismo provoca queda na perfusão do leito vascular da placenta (ALEXANDER *et al.*, 1987 *apud* SANCHEZ, 2003) e atraso no desenvolvimento do feto (COLLIER *et al.*, 1982 *apud* SANCHEZ, 2003).

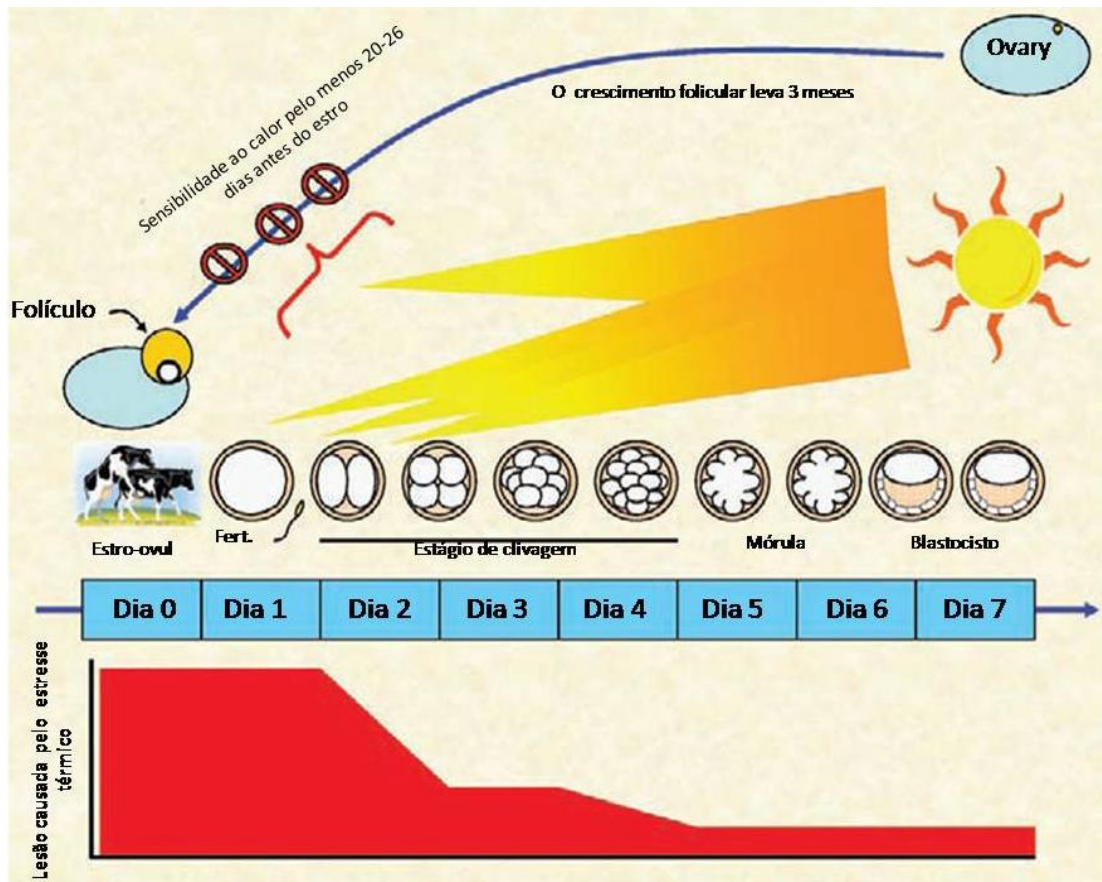
Existem duas fases em que a fertilidade pode ser seriamente comprometida pelo estresse térmico:

- Desenvolvimento folicular: os oócitos se localizam dentro de um folículo que inicia seu crescimento no ovário cerca de 90 – 110 dias antes da ovulação. Assim, qualquer estresse térmico nesta fase pode causar danos ao oócito, diminuindo sua viabilidade para fertilização. Essa perda de qualidade ocorrida no início do desenvolvimento do oócito pode causar problemas reprodutivos até mesmo depois de passado o período de calor (FUQUAY *et al.*, 2011). Acredita-se que seja essa a causa dos baixos níveis de fertilidade encontrados em vacas leiteiras durante os meses do outono. Intensificar a remoção do grupo de folículos prejudicados tende a adiantar a emergência de folículos saudáveis e de oócitos de alta qualidade (COLLIER *et al.*, 2006)
- Fase embrionária inicial: o embrião é extremamente susceptível a elevações na temperatura materna, mas a resistência aumenta a medida que se desenvolve, no estágio de mórula e blastocisto (dia 5 após o estro), um único dia de estresse térmico não tem efeito na sobrevivência do embrião (FUQUAY *et al.*, 2011).

Segundo um estudo realizado por Wiltbank, *et al.*, (2003), a porcentagem de embriões viáveis coletados de um grupo de 27 vacas lactantes superovuladas no período do inverno foi 53%, enquanto no verão foi apenas 33%. Essa redução na fertilidade é mais acentuada em vacas em lactação do que em novilhas devido ao maior metabólico produzido pela primeira. Essa informação também é confirmada pelo estudo de Wiltbank, pois a redução no número de embriões viáveis coletados das vacas no verão em relação ao inverno foi de 20%, enquanto que a diferença no número de embriões viáveis coletados de um grupo de 28 novilhas, nas mesmas condições ambientais foi de apenas 10%.

Um resumo das alterações provocadas pelo estresse térmico na reprodução das vacas leiteiras se encontra **Figura 3**.

Figura 3 - Variações na sensibilidade reprodutiva da vaca ao estresse térmico.



O estresse térmico pode lesionar a função folicular até mesmo 20-26 dias após o estro e lesionar o embrião nas fases iniciais de seu desenvolvimento. À medida que os dias passam, o embrião se torna mais resistente ao calor

Fonte: Fuquay *et al.*, 2011. Adaptado pelo autor.

Apesar de os embriões se tornarem mais resistentes com o passar dos dias, o estresse térmico nesta fase ainda pode causar perdas embrionárias devido à menor concentração de progesterona circulante, menor circulação sanguínea no útero e falha no reconhecimento materno da gestação (FUQUAY *et al.*, 2011).

Essa redução na fertilidade é maior em vacas em lactação do que em novilhas devido à maior produção de calor metabólico da primeira. Essa informação é comprovada por um estudo de Wiltbank, (2003), que coletou embriões de vacas e novilhas superovuladas em períodos de extremo calor.

3.3.2.1 Transferência de embrião

A transferência de embriões tem sido utilizada com mais uma ferramenta para combater os baixos índices reprodutivos dos períodos de calor. Segundo Fuquay *et al.*,

(2011), o estágio em que os embriões são mais sensíveis ao calor é até o dia 7-8 pós-cobertura, quando atingem o estágio de mórula. A transferência de embriões é reportada como sendo capaz de aumentar os índices de prenhez durante os meses quentes do ano uma vez que os índices de concepção após a transferência de embrião foram mais altos que após a inseminação artificial (RODRIGUES *et al.*, 2004 *apud* FUQUAY *et al.*, 2011).

Segundo Hansen, (2007) *apud* Thatcher *et al.*, (2010), as taxas de prenhez são aumentadas com a transferência de embriões durante períodos de estresse térmico pois são feitas com embriões que não foram expostos a estresse térmico. A detecção de estro não é um fator limitante uma vez que os embriões podem ser transferidos após um programa de inseminação artificial a tempo fixo (IATF). A maior limitação para o seu uso em larga escala é o alto custo da produção de embriões (FUQUAY *et al.*, 2011).

3.4 Efeitos na Produção de Leite

A produção leiteira e a ingestão de matéria seca declina levemente quando o THI excede 72 e substancialmente quando excede 76 (JOHNSON *et al.*, 1963 *apud* WEST, 1999). A produção leiteira declina quando a temperatura corporal excede 38,9°C e para cada 0,55°C de aumento na temperatura retal, a produção leiteira e a ingestão de alimentos declina 1,8 e 1,4 Kg, respectivamente (JOHNSON *et al.*, 1963 *apud* WEST, 1999). Assim, ao minimizar-se o aumento da temperatura retal, pode-se melhorar a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, a produção leiteira.

Segundo uma revisão de 12 estudos realizada por Fuquay *et al.*, (2011) existe uma diminuição simultânea na ingestão de alimentos e na produção leiteira quando as vacas são submetidas a estresse térmico. Nestes estudos, para comprovar a existência de relação entre maior produção leiteira e maior sensibilidade ao calor, as vacas foram divididas em dois grupos: produção leiteira diária maior que 30 Kg de leite/dia (Alta) e outro grupo com produção menor que 25 Kg de leite/dia (Baixa) em condições de termo-neutralidade. No grupo de Alta, a produção leiteira decaiu 3,6 Kg/dia para cada aumento de 1°C na temperatura corporal enquanto no grupo de Baixa, a produção leiteira caiu 2,7 Kg/dia para cada 1°C de aumento na temperatura corporal, confirmando que o estresse térmico é mais evidente em vacas de alta produção.

Da mesma forma, o estresse térmico é mais evidenciado em vacas múltiparas que em primíparas. Segundo um estudo de Holter *et al.*, (1997) *apud* West, (1999), a ingestão e matéria seca apresentou uma redução de 22% para vacas múltiparas e apenas 6% para vacas

primíparas, provavelmente devido ao menor tamanho corporal, menor ingestão de matéria seca e menor produção de calor metabólico das primíparas.

Segundo Fuquay (2011), a contagem de células somáticas são maiores no leite de vacas submetidas a estresse térmico. O número de leucócitos no sangue estava reduzido em 16% em vacas expostas a condição de estresse térmico. O sistema imune de vacas fica deprimido em condições de estresse térmico e assim, fica menos apto a lidar com infecções da glândula mamária.

4 ESTRESSE TÉRMICO NA VACA SECA E NO PRÉ-PARTO

Os períodos seco e o pré-parto são particularmente importantes para a vaca leiteira, uma vez que é durante essas fases que se dá a involução da glândula mamária e a preparação para a lactação seguinte, além de haver rápido ganho de peso fetal e preparação para o retorno da ciclicidade ovariana.

O calor metabólico gerado nesta fase corresponde à metade do calor gerado pelo animal lactante, entretanto, Wolfenson *et al.*, (1988) sugere que nesta fase o metabolismo endócrino da vaca possa ser ainda mais sensível ao calor que durante a lactação.

Grandes variações de temperaturas ambientais nos 60 dias pré-parto provocam maior impacto negativo na produção leiteira e porcentagem de gordura do leite durante o início e meio da lactação subsequente; entretanto, não há relação com o final da lactação. Além disso, vacas que parem no verão apresentam maior quantidade de dias sem serviço que aquelas que parem no inverno (MOORE *et al.*, 1992).

Tanto Wolfenson *et al.*, (1988) quanto Collier, *et al.*, (2006), encontraram diferença significativas no peso ao nascimento de terneiros de vacas mantidas em ambiente resfriado no pré-parto. O experimento de Wolfenson concluiu que o resfriamento das vacas no pré-parto elevou em média 3,3Kg o peso ao nascimento dos terneiros.

Através do resultado de suas pesquisas, Wolfenson *et al.*, (1988) concluiu ainda que manter a vaca seca em ambiente refrigerado afetava negativamente a produção leiteira do primeiro mês em vacas parindo durante o verão. A hipótese é que o resfriamento do ambiente de pré-parto prevenia uma adaptação do organismo ao calor, atrapalhando a performance leiteira no pós-parto, especialmente quando não eram tomadas medidas de refrigeração do ambiente das vacas em lactação.

Em um experimento realizado por Nardone *et al.*, (1997), novilhas holandesas submetidas a estresse calórico tiveram menor taxa de declínio da concentração de suas imunoglobulinas plasmáticas durante as duas últimas semanas de gestação, sugerindo que a transferência de imunoglobulinas maternas para o colostro foi reduzida pelo estresse calórico. Nas quatro primeiras ordenhas, os animais em questão apresentaram colostro com menores concentrações de IgG e IgA; menor porcentagem média de proteínas totais, caseína, lactoalbumina, gordura e lactose, além de pH mais elevado que o colostro dos animais mantidos em ambiente fresco. A taxa observada de redução de IgG no colostro foi de 22,3%.

5 ESTRESSE TÉRMICO EM TERNEIRAS

A zona de conforto térmico de terneiros situa-se entre 15 e 26°C, estando muito mais propensos a problemas causados por baixas temperaturas e excesso de vento do que por estresse térmico, uma vez que sua produção de calor metabólico é muito reduzida quando comparada à vacas em lactação. Apesar disso, podem apresentar queda no desempenho quando submetidos a temperaturas ambientais extremas, alta umidade e principalmente, ausência de sombra.

Além dos efeitos deletérios de menor peso ao nascer e menor qualidade do colostro já discutidos anteriormente, Stott *et al.*, (1976) da Universidade do Arizona, demonstrou que terneiros submetidos a altas temperaturas ambientais logo após o nascimento apresentaram leve aumento de temperatura corporal, aumento do nível de corticosteróides no plasma, baixa concentração de IgG1 plasmático e níveis mais altos de mortalidade entre os dias 2 e 10 pós parto que animais mantidos em condições ideais de temperatura. Esses resultados demonstraram que terneiros mantidas em situação de estresse calórico responderam com aumento da secreção de esteróides da glândula supra-renal durante o estágio neonatal. O aumento de corticosteróides periféricos poderiam suprimir a permeabilidade do intestino delgado a IgG1 do colostro, diminuindo sua absorção e prejudicando a transferência de imunidade.

6 ESTRESSE TÉRMICO EM NOVILHAS

Novilhas geram muito menos calor metabólico que vacas em lactação, tem maior área de superfície em relação ao volume corpóreo, sendo esperado que sofram menos por estresse térmico. Entretanto, um estudo realizado no Egito por Marai *et al.*, (1995) *apud* West, (2003), comparou o desempenho de dois grupos de novilhas no verão (36°C e 47% de umidade). Os dois grupos de animais foram mantidos nas mesmas condições ambientais, entretanto, um dos grupos era borrifado com água sete vezes ao dia. Os animais que foram resfriados tiveram menor temperatura retal, menor frequência respiratória e um ganho de peso 26,1% maior que o grupo controle. O menor ganho de peso do grupo controle se deveu, provavelmente, ao menor apetite e maior requerimento de manutenção necessário para dissipar o excesso de calor.

7 ALTERNATIVAS DE MANEJO E AMBIÊNCIA

Infertilidade e queda na produção durante o estresse térmico são primariamente causados por aumento da temperatura corporal da vaca leiteira. Entretanto, por melhores que sejam os sistemas de resfriamento, o desempenho produtivo e reprodutivo nunca atinge os mesmos níveis obtidos durante o inverno. Assim, o resfriamento é capaz de aliviar, apenas em parte os efeitos do estresse térmico.

Modificações no ambiente e no manejo das vacas leiteiras é necessário para que a produtividade seja mantida pela vaca com alto potencial genético para produção leiteira (WEST, 1999). Alterações de manejo são geralmente mais facilmente modificáveis e requerem menores custos de implantação que as de ambiência e os resultados podem ser vistos rapidamente. A adoção de uma ou outra técnica dependerá basicamente do tipo de criação que pode ser do tipo free-stall sem acesso a pastagem, free-stall com acesso parcial a pastagem ou pastagem com acesso diário a galpão de alimentação.

7.1 Alterações na alimentação

A principal fonte de produção de calor pela vaca é através do metabolismo digestivo dos alimentos. As bactérias que fermentam grãos e forragens produzem calor quando convertem o amido e as fibras em ácidos graxos voláteis (AGVs: acetato, propionato e butirato). As reações químicas destas conversões não são 100% eficazes, sendo que a energia perdida é liberada na forma de calor. Além disso, a vaca usa os AGVs que as bactérias produzem (e outros nutrientes absorvidos) para produzir glicose e outras substâncias necessárias para a síntese do leite e a manutenção do corpo. Assim como as bactérias, a vaca também não converte 100% das matérias-primas nos produtos finais desejados. Aí novamente a energia perdida por causa da utilização incompleta é liberada na forma de calor. Entender como o calor é produzido permite compreender como as alterações na dieta podem mudar a quantidade de calor produzido pela vaca, (SANCHEZ, 2003).

Além disso, sob influência do calor a ingestão de alimentos pela vaca tende a cair e sabe-se que aproximadamente metade da queda na produção leiteira se deve a esta menor ingestão, uma alternativa importante para tentar diminuir a queda na produção leiteira é a

adequação da dieta. Aumentando o percentual de energia da dieta pode se tentar equilibrar o menor consumo de matéria seca.

Vacas submetidas a altas temperaturas ambientais seletivamente diminuem a quantidade de forragem consumida em relação a concentrados (MCDOWELL, 1972 *apud* WEST, 1999). Alimentos com baixa fibra usualmente resultam em menor incremento calórico que alimentos ricos em fibra como fenos de gramíneas (SANCHEZ, 2003). Dietas com alta concentração de grãos e baixas em fibra causam menos estresse calórico para vacas em lactação devido ao menor calor gerado para sua digestão. Entretanto, é difícil fazer o balanço correto destas rações, uma vez que a gordura do leite será diminuída e problemas digestivos podem resultar quando dietas ricas em grãos são oferecidas (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004).

As gorduras produzem muito menos calor metabólico que outras fontes de energia pois são utilizadas de forma muito mais eficiente, entretanto, deve-se ter cuidado com os tipos de gordura administradas às vacas de leite pois pode interferir na fermentação do rúmen, especialmente com as bactérias celulolíticas (SANCHEZ, 2003). O uso de gordura protegida ruminal pode ser uma boa alternativa pela grande disponibilidade energética que não influencia na produção de calor metabólico e por não ser digerido no rúmen, não interfere na fermentação (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004).

Além do conteúdo energético, dietas para os períodos de clima quente devem ser devidamente balanceadas para minerais. Aumentar os níveis de potássio em 1,3 a 1,5%, Sódio para 0,5 a 0,6% e Magnésio 0,3 a 0,4% podem resultar em menor estresse térmico por facilitarem a dissipação de calor pelo animal (PENNINGTON; VANDEVENDER., 2004).

Outro ponto importante a ser considerado na alimentação dos animais durante períodos de extremo calor refere-se aos horários em que as refeições são oferecidas aos animais. Vacas podem inadvertidamente aumentar sua produção metabólica de calor ao consumirem a maior parte da sua dieta previamente ao período do dia de maior calor. O pico de produção calórica pela vaca ocorre aproximadamente 3-4 horas após a alimentação. Assim, o aumento da temperatura corporal coincide como aumento da temperatura ambiental. Vacas alimentadas ao entardecer se resfriam mais rapidamente após serem expostas a altas temperaturas que vacas alimentadas pela manhã (FUQUAY *et al.*, 2011). Assim, uma estratégia para auxiliar as vacas a lidarem com período de estresse térmico é alimentá-las mais cedo no período da manhã e manter consumo a vontade no período da noite.

Pode-se balancear a dieta como forma de compensar as mudanças no equilíbrio ácido-básico que ocorrem durante o estresse térmico, pois, como já explicado, há maiores chances

das vacas desenvolverem acidose. É importante ajudar a neutralizar essas mudanças através do fornecimento de substâncias tampão para o rúmen (ajustando o tipo de carboidrato e suplementando tampões a base de sódio), (SANCHEZ, 2003).

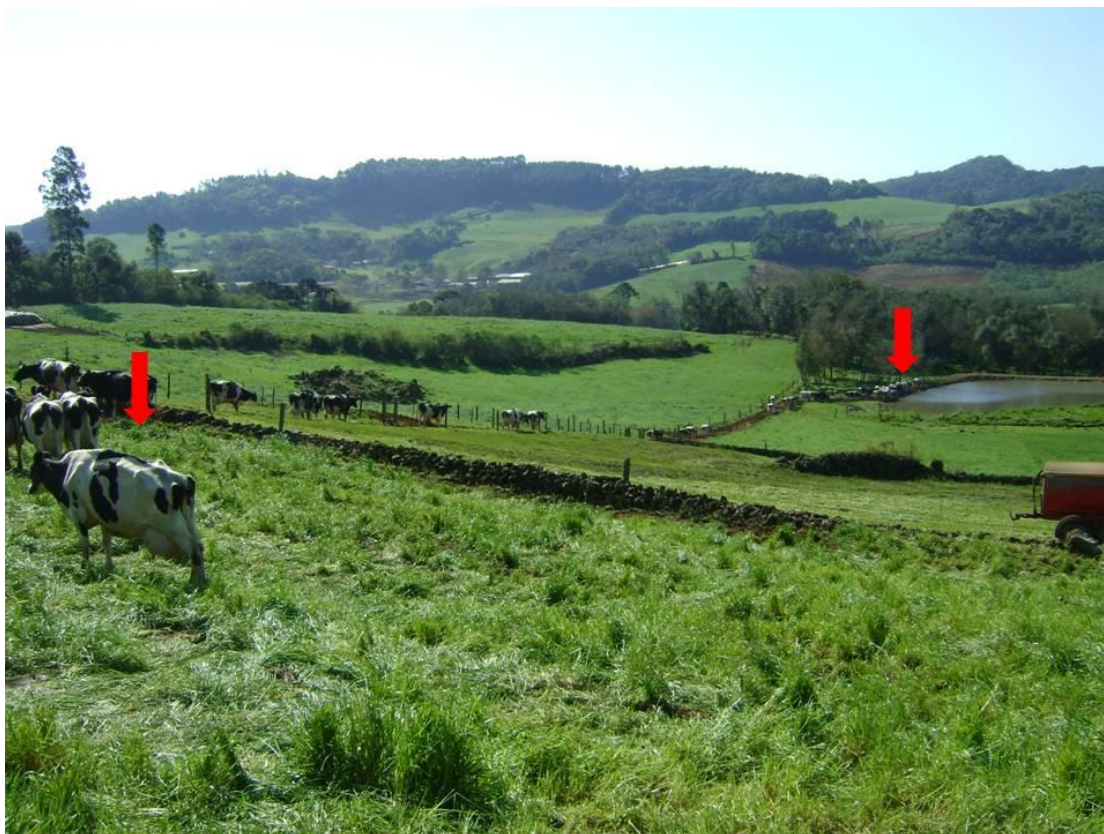
7.2 Acesso a água

Água é o nutriente mais importante para a produção leiteira, correspondendo a 85% do volume de cada litro de leite e seu consumo se eleva significativamente à medida que a temperatura ambiente aumenta. Segundo Peenington e VanDevender. (2004), vacas bebem acima de 50% mais água quando os índices de THI passam de 80. Além disso, vacas em estresse térmico perdem muita água pela pele e respiração à medida que trabalha para minimizar o aumento da temperatura corporal.

É extremamente importante que o acesso a água seja próximo dos locais de sombra, uma vez que em horas de extremo calor os animais não caminharão grandes distancias em busca de água. Para animais em confinamento, os bebedouros devem ter ao redor de 65 cm de espaço para cada 15 animais e uma vazão não inferior a 10-20L. por minuto para que o tempo de enchimento não seja muito longo. Além disso, para maximizar o consumo, a água fornecida deve estar em temperatura amena, prover de fontes limpas e ser oferecida em tanques higienizados frequentemente.

Além das vacas em lactação, todos os animais devem ter acesso a água de boa qualidade em todas as horas do dia. Infelizmente, ainda é freqüente se encontrar animais pastejando no verão em piquetes sem acesso a sombra e água (**Figura 4**).

Figura 4 - Vacas em pastagem se encaminhando para tomar água.



Vacas em pastagem (seta esquerda) sem acesso a sombra ou água. A água de beber provém de açude (seta direita) e os animais devem caminhar longa distância sob o Sol para chegar até ela.

7.3 Sombreamento

Sombreamento é a forma mais barata de modificação do ambiente para vacas leiteiras. O acesso a sombra em um ambiente quente e úmido é capaz de reduzir a temperatura retal em dois a 4,1%, frequência respiratória em 29 a 60%, elevar o consumo de matéria seca em 6,8 a 23,2% e aumentar a produção leiteira em 9,4 a 22,7% comparado com vacas no mesmo ambiente, mas sem acesso a sombra (MALLONEE *et al.*, 1985; SCHNEIDER *et al.*, 1984, 1986 *apud* WEST, 1999).

A provisão de sombra é a estratégia mais eficiente para minimizar o estresse térmico. Proteção contra os raios do Sol é muito importante, pois permite que as vacas descansem em um ambiente mais confortável, assim, tanto sombra natural quanto artificial deve estar presente em todas as áreas de permanência e circulação dos animais.

7.3.1 Sombreamento artificial

Para construção de estruturas artificiais de sombreamento pode-se dispor de uma ampla variedade de materiais e estruturas. Geralmente se constroem estruturas fixas ou móveis. Independentemente do tipo escolhido, deve-se considerar o desenho da estrutura, custo inicial e durabilidade. Os materiais mais usados são telhas (barro, zinco, brasilite), sombrite, sendo que cada um reduz a radiação solar nos animais em diferentes proporções. Sombrite é uma tela de polipropileno que pode prover redução de 30 a 90% na incidência dos raios solares e é mais barato que um telhado sólido (**Figura 5**), entretanto não produz tanta sombra quanto um telhado sólido e a durabilidade geralmente é menor (aprox. cinco anos). Para tirar maior proveito das áreas sombreadas, deve-se fornecer comida e água nestes locais.

Independente do clima, uma vaca leiteira adulta necessita 3,5 a 4,5 m² de espaço sombreado. Espaço de sombra inadequado para o número de animais pode resultar em lesões de teto a medida que as vacas se aglomeram no local (COLLIER *et al.*, 2006).

Figura 5 - Sombreamento artificial com sombrite anexo ao galpão tipo free-stall.



Esta estrutura possuía piso de concreto e cocho de água no centro. Os animais mantidos em confinamento no sistema free-stall tinham livre acesso ao local.

A melhor orientação solar depende do manejo adotado e do tipo de piso sob a sombra. Quando o piso for de terra e os animais forem livres para entrar e sair da área sombreada, uma orientação norte-sul é recomendada por permitir que a radiação solar seque 50% ou mais do piso enquanto oferece sombra do lado de fora. Para estruturas com piso de cimento e animais em confinamento, uma orientação leste oeste produz máximo de sombra sob o telhado (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004). A estrutura deve ter pelo menos 4,3 metros de altura para permitir circulação de vento e para evitar que o calor do telhado acabe por atingir a vaca (COLLIER *et al.*, 2006).

7.3.2 Sombreamento natural

Árvores são excelente fonte de sombra e ar fresco para os animais em pastagem (**Figura 6**), entretanto, com o passar do tempo a compactação provocada pelos animais ao redor do tronco pode levar as árvores à morte em poucos anos. Além disso, o excessivo pisoteio irá produzir barro na área sombreada. O ato de deitar nessa lama geralmente repleta de fezes e urina tem grande potencial para aumentar os índices de mastite, especialmente se as vacas forem soltas no local logo após a ordenha, quando os esfíncteres do teto ainda estiverem abertos. O uso de cercas elétricas para impedir o acesso dos animais a estas áreas pode resolver o problema da lama, mas deixará os animais sem o acesso a sombra.

Figura 6 - Sombreamento natural para vacas em lactação através de eucaliptos plantados em linha.



O melhor método para evitar a formação de barro sob a copa das árvores é fazer com que haja abundância de área sombreada e rotação entre os locais. Atualmente diversos modelos de integração lavoura-floresta têm sido pesquisados pela Embrapa tanto para gado de corte como gado de leite. Os modelos sugeridos podem ser facilmente adaptados para a realidade de cada propriedade. O princípio básico se baseia no plantio em linhas de árvores de crescimento rápido nos locais de pastejo dos animais. É importante observar o espaçamento entre as árvores para permitir o crescimento da pastagem. As árvores utilizadas irão depender dos objetivos, se apenas sombra ou também uso da madeira, sendo preferíveis árvores de crescimento rápido como eucalipto e acácia. Em locais onde não se deseja acúmulo de umidade durante o inverno (corredores de circulação, sala de espera para a ordenha), recomenda-se a plantação de árvores decíduas (que perdem as folhas no inverno) como plátanos. No início, podem ser utilizadas cercas elétricas para impedir o pisoteio das mudas. Em propriedades que utilizam pastoreio rotativo, as árvores podem ser plantadas junto às linhas de divisão dos piquetes, fornecendo sombra para ambos os lados. À medida que as

árvores vão crescendo, outras mudas podem ser plantadas nos entremeios e as mais velhas cortadas para lenha.

O plantio de árvores nas imediações dos galpões e salas de espera é outra técnica barata e eficiente para reduzir a incidência direta de Sol nos animais. Não é, obviamente, uma solução imediata nem capaz de solucionar todos os problemas, sendo apenas mais uma das medidas a serem tomadas para resfriamento das instalações.

7.4 Aspersores e Ventiladores

Apesar da sombra ser capaz de reduzir o acúmulo de calor pela radiação solar, não há efeito na temperatura do ar ou na umidade relativa, assim, resfriamento adicional é requerido para vacas em lactação em climas quentes e úmidos (COLLIER *et al.*, 2006).

Existe uma grande variedade de sistemas de resfriamento ambiental disponível para vacas leiteiras. O sistema mais usado mundialmente é uma combinação de ventiladores e aspersores, onde se borrifa água nos animais e subseqüentemente se joga vento, causando resfriamento evaporativo e queda na temperatura corporal. Esse processo resfria os animais e eleva a umidade do ambiente e embora seja mais efetivo em climas áridos, tem se mostrado capaz de reduzir a temperatura do ar também em locais úmidos (SHEARER *et al.*, 1991). Em um estudo realizado no Arizona e citado por Shearer, o uso deste sistema de resfriamento foi capaz de fazer a temperatura do ambiente baixar 8-12°C.

Os borrifadores se dividem entre aqueles capazes de emitir vapor condensado em finas partículas de água, um fino spray de partículas de água e outros que despejam gotas de água (COLLIER *et al.*, 2006). O uso de borrifadores de água alinhados ao cocho de alimentação e apontados diretamente para o lombo do animal vem sendo cada vez mais usado como forma de complementar o resfriamento com ventiladores, dissipando o calor por resfriamento evaporativo da água do corpo do animal. É extremamente importante que a água seja borrifada longe da comida e da cama para que estas não fiquem úmidas (**Figura 7**).

Um amplo suprimento de água, usualmente 95 litros vaca/dia é necessário para resfriar os animais no período do dia. Esse tipo de resfriamento é geralmente mais usado na área de alimentação, entretanto também pode ser instalado na sala de espera. Quando utilizado este sistema, os pisos devem ser antiderrapantes para evitar que as vacas escorreguem. Preferencialmente não deveria haver água na sala de espera e os pés das vacas devem ser expostos à mínima quantia de água (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004). Deve-se evitar molhar demais os animais para que a água não escorra até o úbere. Se a água atinge o

úbere, é possível que bactérias sejam transferidas até a glândula mamária, resultado em mais mastite (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004). Neste sistema, pode-se optar por utilizar ventiladores continuamente sobre os animais ou nos intervalos da aspersão.

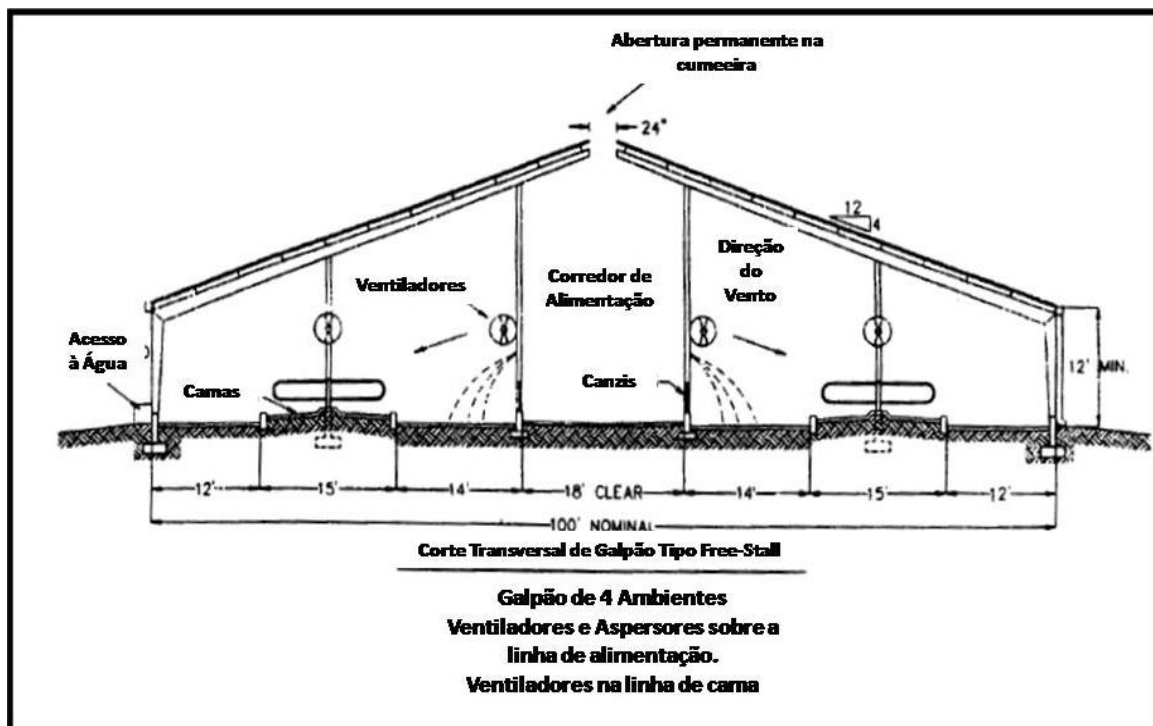
Deve-se tomar cuidado com os aspersores para que nem a comida nem as camas sejam atingidas pela água, além disso, os ventiladores devem ser capazes de secar o corpo do animal rapidamente para que não molhe as camas ao deitar.

Quando o estresse térmico não for tão grave ou o custo de instalação de ambas as estruturas for muito elevado, pode-se optar apenas pela ventilação dos animais. Entretanto, umedecer animais em locais pouco ventilados pode tornar a situação ainda pior, uma vez que a água pode manter o calor no animal se não evaporar rapidamente (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004).

Em um sistema de resfriamento utilizado na Flórida e citado por Collier *et al.*, (2006), os pesquisadores utilizaram 454L/vca dia, totalizando 54,504L/vaca por uma estação quente de 120 dias. Ainda neste estudo, não foram observadas diferenças no resfriamento quando utilizando 313 L/H ou 704L/H (COOLIER *et al.*, 2006).

Em outro experimento, também citado por Collier *et al.*, (2006), concluiu-se que a temperatura corpórea baixava mais rapidamente quando molhando a vaca a cada cinco minutos em adição a ventilação. Ventilação sozinha não reduziu significativamente a temperatura corporal.

Figura 7 - Desenho de free-stall típico com sistema de resfriamento por ventilação e aspersão.



Fonte: Pennington e Vandevender .

7.4.1 Ventiladores com nebulização

Este tipo de ventilador dispersa finas gotas de água no ar que evaporam rapidamente, resfriando o ar e elevando a umidade no processo. Os animais são resfriados a medida que o ar resfriado é soprado sobre seus corpos e a medida que inspiram o ar fresco. Este sistema é seis vezes mais efetivo quando a umidade relativa do ar está baixa. Em quentes e úmidos, pode-se optar pela utilização apenas do ventilador, sem a nebulização. Uma das vantagens é a utilização de muito menos água (10-20 litros/vaca/dia), entretanto, são mais caros e requerem maiores cuidados de manutenção. Em instalações baixas, com paredes altas que restrinjam a circulação do ar e a evaporação das gotículas, o resfriamento é comprometido. Por isso, segundo Shearer *et al.*, (1991), este sistema só se torna eficiente quando utilizado em locais bem ventilados (mais que 3,5 metros de pé-direito).

7.5 Sala de espera

O segundo passo para diminuir o estresse é prover um ambiente agradável na sala de espera. Segundo Pennington; VanDevender, (2004), um sistema adequado de resfriamento na

sala de espera pode ser pago em dois verões como o melhor desempenho dos animais. Vacas em lactação permanecem na sala de espera de uma a duas horas em média por dia, sendo que este tempo pode ser ainda maior. Rebanhos grandes devem ser manejados em lotes para que os animais permaneçam no máximo uma hora na sala de espera.

No caso de propriedades que optam por realizar três ordenhas, o cuidado na ambiência da sala de espera é ainda mais importante, uma vez que uma das ordenhas certamente será realizada em período extremamente quente do dia. Se não forem tomadas precauções no sentido de diminuir o calor, a sala de espera pode se tornar o ambiente mais estressante para as vacas em lactação.

Para o resfriamento da sala de espera, o ideal é utilizar uma combinação de sombra, vento e água. Prover uma cobertura na sala de espera é essencial, entretanto, esta não deve ficar abafada, permitindo uma boa circulação de ar. Sombrites são uma das formas mais utilizadas pela facilidade de instalação e baixo custo (**Figura 8**). Entretanto, quando necessário, pode-se instalar ventiladores e aspersores. Se a vaca for eficientemente resfriada na sala de espera, necessitar-se à de menos resfriamento no intervalo entre as ordenhas (PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004) e pode ser eficaz para resfriar os animais em momentos do dia em que o estresse térmico for muito intenso, desde que não seja muito distante do free-stall.

Figura 8 - Exemplo de sombreamento da sala de espera com uso de sombrite.



7.6 Sala de ordenha

O mais importante em uma sala de ordenha é o desenho da instalação. Em locais sujeitos a verões quentes e invernos frios e úmidos como o sul do Brasil, a opção entre um ambiente arejado ou protegido deve ser bem pensada na hora da escolha do tipo de instalação. Para as vacas, a melhor opção é pela construção de um ambiente bem arejado e sombreado. Se o local se tornar muito frio para os operadores durante o inverno, pode-se pensar em utilizar cortinas móveis de lona nas laterais numa tentativa de diminuir o vento (**Figura 9**). As abas do telhado devem ser largas de forma a impedir a incidência de Sol direto nos animais e pessoas.

Figura 9 - Exemplo de sala de ordenha bem ventilada.



A sala de ordenha em questão não possui paredes laterais para permitir uma maior circulação do vento (seta amarela). Para evitar a incidência de vento nos ordenhadores em períodos frios, possui duas cortinas de lona móveis (setas vermelhas).

A necessidade de construção de salas de ordenha com paredes laterais altas é bastante discutível, pois aumenta o gasto de tempo e água necessários para a limpeza da sala após cada ordenha e torna o ambiente abafado no verão. Além disso, modelos de sala sem paredes laterais são mais econômicos.

A sala de ordenha deve se localizar o mais próximo possível do galpão de alimentação ou pastagem para evitar que os animais tenham de se movimentar grandes distâncias sob o Sol. A orientação deve ser no sentido leste oeste para evitar a entrada de Sol nas laterais. O pé direito da sala deve ter pelo menos quatro metros de altura e as abas laterais devem ter pelo menos um metro e meio para impedir a entrada de Sol.

Uma boa opção para resfriamento dos animais dentro da sala é a utilização dos ventiladores nebulizadores.

Para aumentar o resfriamento no período da ordenha, pode-se instalar aspersores nos corredores de saída da sala de ordenha. Quando uma vaca entra no galpão de alimentação para se alimentar após a ordenha com a superfície corporal úmida, essa umidade irá evaporar e

resfriar a vaca por aproximadamente mais 15-20 minutos. Para que isso aconteça, é essencial que o galpão de alimentação contenha um bom sistema de ventilação para facilitar a secagem. O sistema de aspersão mais utilizado borrifa 30L de água/minuto e são ligados automaticamente quando o animal cruza por um detector. Esse detector de presença deve ser instalado aproximadamente 0,3m a frente dos aspersores para que a água só comece a ser borrifada quando a cabeça do animal já tiver passado, assegurando que a água não será jogada para dentro do ouvido. Se corretamente instalado, os aspersores devem umedecer o topo e lados do corpo da vaca, e o púbere deve permanecer seco, assim, a água não irá interferir com o pós-dipping (COLLIER *et al.*, 2006).

7.7 Desenho do galpão de alimentação e free-stall

A maior parte dos sistemas de resfriamento possuem alto custo de instalação e manutenção, além de não serem capazes de resfriar adequadamente ambientes mal construídos. Indiscutivelmente, um bom planejamento na hora de construir as instalações é essencial.

Adicionalmente aos sistemas de resfriamento, o free-stall deveria ser construído para prover boa ventilação natural. Não devem existir paredes laterais para permitir a circulação do vento e pé direito de no mínimo 4,3 metros e altura para aumentar o volume de ar na área interna. Telhados com inclinação de 50° previnem que o ar umidificado pelo sistema de aspersão condense e caia sobre a área ocupada pelas vacas. Telhados com caimento menor que 4/12 pode causar condensação e aumento da temperatura e umidade interna no verão (COLLIER *et al.*, 2006).

Para melhorar ainda mais a saída do ar quente e evitar o acúmulo de gases no interior do galpão, o telhado deve possuir na cumeeira uma abertura, conhecida como lanternim (**Figura 10A**). A largura do lanternim deve ser de 5cm para cada 3 metros de largura do galpão, (COLLIER *et al.*, 2006). Para galpões já construídos onde não é possível a abertura de um lanternim, pode-se instalar exaustores no telhado que contribuem para a retirada do ar quente e do gás amônia do interior da instalação (**Figura 10B**).

Figura 10 - Exemplos de aberturas no telhado para auxiliar no resfriamento



A: lanternim na cumeeira do galpão para permitir maior circulação do ar no interior. B: instalação de exaustores em galpão sem lanternim.

8 CONCLUSÕES

O estresse térmico em rebanhos leiteiros de alta produção vêm recebendo cada vez maior atenção devido ao grande impacto econômico que representa à indústria leiteira. A medida que aumenta a capacidade produtiva dos animais, associado ao aumento nas temperaturas globais, o estresse térmico passará cada vez mais a representar um grande entrave produtivo e o maior exemplo é o impacto que causa mesmo em regiões de clima subtropical úmido como o Rio Grande do Sul.

Os graves problemas reprodutivos causados pelo estresse térmico podem ser parcialmente superados com o uso da inseminação artificial a tempo fixo (IATF) e transferência de embriões, entretanto, não eliminam a necessidade do uso de técnicas de resfriamento ambiental em produções leiteiras tecnificadas.

Devido ao alto custo dos equipamentos, uma saída pode ser a instalação por etapas, começando-se pela sala de espera, a seguir pelo lote de alta produção e somente depois para o lote de baixa produção. Todos estes investimentos devem ser bem calculados para avaliação da relação custo-benefício. Não existe um sistema de resfriamento ideal e cada propriedade deve buscar o tipo que mais se adapta às suas necessidades. Da mesma forma, deve-se sempre avaliar o impacto das técnicas utilizadas. O uso de aspersores é extremamente eficiente para resfriar os animais quando utilizado em conjunto com ventiladores, entretanto, o gasto de água é pronunciado. Deve-se ainda fazer os cálculos necessários para definir se a propriedade dispõe dos recursos hídricos necessários e ter em mente para onde irá esta água. Se o destino for a esterqueira, esta deve ter suas dimensões recalculadas para comportar o maior volume.

O primeiro passo para lidar com o problema é entender como o estresse térmico age no organismo do animal e de forma este responde numa tentativa de amenizar os efeitos e impedir o aumento na temperatura. Muito progresso científico têm sido feito neste sentido, entretanto, ainda há muito o que descobrir.

REFERÊNCIAS

- COLLIER, R.J.; DAHL, G.E†.;VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of dairy science**. v.89, n.4, p.1244-1253, 2006.
- FUQUAY, J.W.; FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Encyclopedia of dairy science**. 2ed, Elsevier Ltd, v.4, p. 4:567- 574, 2011
- KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock production science**. v.77, p. 59-91. 2002.
- LALLEMAND. Heat stress in dairy cows: implication and nutritional management. In: <http://www.thecattlesite.com/articles/1053>. Acesso em 10/11/2011.
- MOORE, R.B.; FUQUAY, J.W.; DRAPALA, W.J. Effects of late gestation heat stress on postpartum milk production and reproduction in dairy cattle. **Journal of dairy science**. v. 75, n.7, p.1877- 1882, 1992.
- NARDONE, A.; LACETERA, N.; BERNABUCCI, U.; RONCHI, B. Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. **Journal of dairy science**. v.80, n.5, p.838-844, 1997.
- PENNINGTON, J.A.; VAN DEVENDER, K. Heat stress in dairy cattle. **UACES Publications**. 2004.
- SANCHEZ, B. Reduzindo os efeitos do estresse térmico: O papel do nutricionista. **VII Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos**. p. 66 – 73, 2003.
- SHEARER, J.K.; BRAY, D.R.; BUCKLIN, R.A. The management of heat stress in dairy cattle. **Journal of dairy science**. V. 3, n. 35, p. 330-345, 1991.
- STOTT, G. H., WIERSMA, F.; MENEFEÉ, B.E.; RADWANSKI, F.R. Influence of environment on passive immunity in calves. **Journal of dairy science**. V.59, n.7, p.1306-1311, 1976.
- THATCHER, W.W.; FLAMENBAUM, I.; BLOCK, J.; BILBY, T.R.; Interrelationships of heat stress and reproduction in lactating dairy cows. In: **High plains dairy conference**. 2010, Texas, 2010, p. 45-60.
- WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of dairy science**. v. 82, n.2, p. 21-35, 1999.
- WEST, J.W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of dairy science**. v.86, n.6, p.2131-2144, 2003.
- WHEELOCK, J.B.; RHOADS, R.P.; VANBAALE, M.J.; SANDERS, S.R.; BAUMGARD, L.H. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein Cows. **Journal of dairy science**. v. 93, n.2, p. 644-655, 2010.

WILTBANK, M.; FRICKE, P.; GUENTHER, J.; SATTER, L. *et al.* Nova visão do efeito da nutrição na reprodução.in Curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, (8).2003n Uberlândia, **Anais...Botucatu**: UNESP, 2003. p.77 – 97.

WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I.; BERMAN, A. dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight and milk production. **Journal of dairy science**. v.71, n.3, p.3497-3504, 1988.