



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ERICK PAIVA DE ARGOLO

**PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR E
REALIMENTAÇÃO**

MOSSORÓ - RN

2019

ERICK PAIVA DE ARGOLO

**PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR E
REALIMENTAÇÃO**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: SANIDADE ANIMAL

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Alves Barreto Júnior

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A693p ARGOLO, ERICK PAIVA DE ARGOLO.
Perfil metabólico de caprinos sob restrição alimentar e realimentação / ERICK PAIVA DE ARGOLO ARGOLO. - 2019.
55 f. : il.

Orientador: Raimundo Alves Barreto Júnior
Barreto Júnior.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2019.

1. Perfil proteico. 2. Perfil energético. 3. Metabolismo. 4. Desequilíbrio nutricional. I. Barreto Júnior, Raimundo Alves Barreto Júnior, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERICK PAIVA DE ARGOLO

**PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR E
REALIMENTAÇÃO**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade Animal

Defendida em: 29 / 07 / 2019.

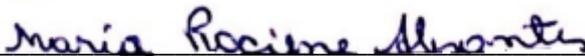
BANCA EXAMINADORA



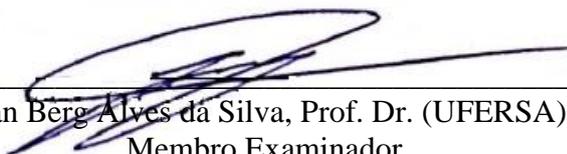
Raimundo Alves Barreto Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Wirton Peixoto Costa, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Maria Rociene Abrantes, Profa. Dra. (CISNE)
Membro Examinador



Jean Berg Alves da Silva, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Rejane Sousa Santos, Profª Dra. (UNIFESSPA)
Membro Examinador

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ERICK PAIVA DE ARGOLO – Filho de Rita de Cássia Paiva e João Pereira de Argôlo, nasceu no dia 13 de fevereiro de 1979, na cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte. Cursou o ensino fundamental e Médio no Colégio Salesiano São José (em Natal- RN, em 1995). No período de julho de 1997 a junho de 2003 cursou Medicina Veterinária pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM – Hoje: Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA), onde atuou nas áreas de Clínica de pequenos e grandes animais, estagiando no Hospital Veterinário Jerônimo Rosado. Nos anos de 2004 a 2006 realizou curso de Especialização *Lato Sensu* em Reprodução de Bovinos pela Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA. No ano de 2010, passou no concurso público para médico veterinário, do Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte – IFRN. Em março de 2012, ingressou no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, junto a Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), área de concentração sanidade animal, em nível de mestrado, tenho o mesmo, defendido a dissertação em fevereiro de 2014, com o título “Respostas à perda sanguínea aguda em caprinos”. E, em março de 2016, entrou no doutorado, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe (Rita de Cássia Paiva),
pelo amor incondicional, parceria e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus filhos, por me darem o estímulo necessário para terminar esta jornada.

Agradeço à minha esposa pelo zelo e dedicação, principalmente durante o tempo que estive ausente.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte, por me proporcionar esta conquista.

Agradeço aos meus colegas de trabalho Marlon, João Batista, Tereza e Paloma, pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao Meu Orientador e amigo Raimundo Alves Barreto Júnior, por toda dedicação e ensinamentos, durante todos esses anos.

Agradeço à Banca Examinadora por me emprestarem um pouco do vosso precioso tempo, transmitindo conhecimentos, dando uma contribuição valiosa para o nosso trabalho.

Agradeço aos meus amigos Jocelmo, Jucélio, Jerson, Aluizio, Feitosa, Estela, João Paulo, Luan, Aline, Hudson, Leidinha e Azevedo, pela ajuda no experimento, sem a qual eu não teria conseguido terminar.

Agradeço às minhas amigas Rociene Abrantes e Talyta Nunes, que desde o mestrado vêm me ajudando e me apoiando, e que foram de uma importância sem tamanho no desenvolvimento deste trabalho, sendo imprescindíveis para o seu término.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da restrição alimentar e da realimentação sobre o perfil metabólico de caprinos. No experimento, foram utilizados 25 caprinos castrados, separados em baias coletivas. O período experimental foi de 114 dias, compreendido por uma adaptação de 30 dias, onde receberam alimento volumoso e concentrado, além de água à vontade, 42 dias de restrição alimentar e 42 dias de realimentação. Os animais foram divididos em 5 grupos de 5 (G1, G2, G3, G4 e G5) e submetidos a restrição alimentar isoproteica / hipoenergética (40% - G1); isoenergética / hipoproteica (20% - G2) isoproteica / hipoenergética (20% - G3); isoenergética / hipoproteica (40% - G4) e hipoproteica / hipoenergética (30% - G5), posteriormente realimentados com dietas hiperproteicas e hiperenergéticas. As amostras de sangue foram coletadas nos dias 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35 e 42, de restrição e 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 da realimentação. Na análise hematológica foram feitas contagem total de hemácias, contagem global de leucócitos, hematócrito e proteínas plasmáticas. Já para avaliação do perfil metabólico dos animais, as variáveis energéticas analisadas foram: glicose, colesterol e triglicerídeos; enquanto que as variáveis proteicas foram: proteína total, ureia, albumina, creatinina, globulinas, e metabolitos de ação enzimática creatina quinase (CK), aspartato transaminase (AST) e gama glutamiltransferase (GGT). Durante o período de restrição, a glicose não apresentou diferenças entre os tratamentos. No entanto, observou-se aumento significativo ($p < 0,05$) entre os tempos T0 e T1. Grande parte dos valores obtidos para o colesterol, se manteve dentro dos valores de referência e apenas os grupos G3, G4 e G5 diferiram entre os tempos. Com relação ao triglicerídeos, observou-se diferença ($p < 0,05$) entre G4 e G5 no T7. Já no T42, os grupos G2 e G3 diferiram entre si, assim como os tratamentos G3 e G5. Para os valores de ureia os grupos G2 e G4 apresentaram os menores valores entre todos, ao longo do experimento. Para as proteínas totais, o tratamento G5, apresentou diminuição ($p < 0,05$) dos valores séricos, após o 21º dia do experimento. As alterações metabólicas aos quais os animais foram submetidos neste estudo, não foram suficientes para causar lesão hepática nos mesmos, de acordo com os valores de AST, GGT. Já na fase de realimentação, mesmo após a readequação do nível de energia e proteína, não houve retorno aos níveis normais de colesterol, nos tratamentos G4 e G5. O G2 e G5 apresentaram médias abaixo dos valores de referência, para a variável glicose. No momento T1, o grupo G3 apresentou menores concentrações de ureia. A albumina voltou aos valores normais após 28 dias, e assim permaneceu até o fim. Já os níveis de CK foram normalizados a partir do T1, com exceção do G4, cuja a normalização se deu no T7. Dentre as variáveis analisadas, a glicose, a proteína total e albumina, não se mostraram eficientes para

detectar as carências propostas nas dietas restritivas, enquanto que o colesterol, triglicérides, ureia e globulinas permitiram a identificação de carências proteico-energéticas de curto e médio prazo. A realimentação promoveu, em alguns grupos, o reestabelecimento dos níveis de alguns metabolitos de caráter proteicos e energéticos. Os grupos mantidos com dietas hipoproteicas ou hipoproteicas e hipoenergéticas apresentaram maiores dificuldades para tal reestabelecimento.

Palavras chave: perfil proteico, perfil energético, metabolismo, desequilíbrio nutricional.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of dietary restriction and feedback on goat metabolic profile. In the experiment were used 25 castrated goats, separated in collective stalls. The experimental period was 114 days, comprised of a 30-day adaptation, where they received large and concentrated food, as well as free water, 42 days of food restriction and 42 days of feedback. The animals were divided into 5 groups of 5 (G1, G2, G3, G4 and G5) and submitted to isoprotein / hypoenergetic food restriction (40% - G1); isoenergetic / hypoprotein (20% - G2) isoprotein / hypoenergetic (20% - G3); isoenergetic / hypoproteic (40% - G4) and hypoproteic / hypoenergetic (30% - G5), later fed on hyperproteic and hyperenergetic diets. Blood samples were collected on days 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 of restriction and 0, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 of feedback. Hematological analysis included total red blood cell count, global leukocyte count, hematocrit and plasma proteins. For metabolic profile evaluation, the energetic variables analyzed were: glucose, cholesterol and triglycerides; whereas protein variables were: total protein, urea, albumin, creatinine, globulins, and enzymatic action metabolites creatine kinase (CK), aspartate transaminase (AST) and gamma glutamyltransferase (GGT). During the restriction period, glucose showed no differences between treatments. However, a significant increase ($p < 0.05$) was observed between times T0 and T1. Most of the values obtained for cholesterol remained within the reference values and only groups G3, G4 and G5 differed between times. Regarding triglycerides, there was a difference ($p < 0.05$) between G4 and G5 in T7. In T42, groups G2 and G3 differed from each other, as did treatments G3 and G5. For the values of urea the groups G2 and G4 presented the lowest values among all, during the experiment. For total proteins, G5 treatment showed a decrease ($p < 0.05$) in serum values after the 21st day of the experiment. The metabolic changes to which the animals underwent in this study were not sufficient to cause liver damage in them, according to AST, GGT values. In the feedback phase, even after the energy and protein level readjustment, there was no return to normal cholesterol levels in treatments G4 and G5. G2 and G5 presented means below the reference values for the glucose variable. At time T1, group G3 presented lower concentrations of urea. Albumin returned to normal values after 28 days, and remained so until the end. CK levels were normalized from T1, except for G4, whose normalization occurred at T7. Among the analyzed variables, glucose, total protein and albumin were not efficient to detect the proposed deficiencies in restrictive diets, while cholesterol, triglycerides, urea and globulins allowed the identification of short- and medium-term protein-energy deficiencies. . In some

groups, the feedback promoted the reestablishment of the levels of some protein and energy metabolites. The groups maintained on hypoproteic or hypoproteic and hypoenergetic diets presented greater difficulties for such reestablishment.

Key words: protein profile, energy profile, metabolism, nutritional imbalance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	CAPÍTULO I: PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE RESTRIÇÃO PROTEICA E ENERGÉTICA	16
3.1.	INTRODUÇÃO	16
3.2	METODOLOGIA	17
3.2.1	Animais.....	17
3.2.2	Delineamento experimental	18
3.2.3	Colheita e processamento das amostras	19
3.2.4	Análise estatística.....	20
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.3.1	Glicose.....	21
3.3.2	Colesterol.....	22
3.3.3	Triglicerídeos.....	23
3.3.4	Ureia	24
3.3.5	Proteínas totais	25
3.3.6	Albumina	26
3.3.7	Globulinas	27
3.3.8	Aspartato Amino Transferase (AST) e Gama Glutamiltransferase (GGT)	28
3.3.9	Creatinina.....	29
3.4	CONCLUSÃO.....	32
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
4	CAPÍTULO II: EFEITOS DA REALIMENTAÇÃO SOBRE O PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS.....	35
4.1	INTRODUÇÃO	35
4.2	METODOLGIA	37
4.2.1	Animais experimentais e alimentação.....	37
4.2.2	Delineamento experimental.....	37

4.2.3	Colheita e processamento das amostras	38
4.2.4	Análise estatística.....	39
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.3.1	Glicose.....	40
4.3.2	Colesterol.....	41
4.3.3	Triglicerídeos.....	42
4.3.4	Ureia	43
4.3.5	Albumina	45
4.3.6	Creatina-quinase (CK)	46
4.3.7	AST, GGT e Creatinina	47
4.4	CONCLUSÃO.....	48
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 9,7 milhões de caprinos, sendo que 92,7% destes encontram-se na região Nordeste (IBGE, 2016). Grande parte das criações ocorre em regiões semiáridas, uma vez que os caprinos mostram boa adaptabilidade a regiões com baixo índice pluviométrico e escassez na disponibilidade de forragem. Durante a estação seca, os caprinos consomem rações de baixa qualidade, como consequência da baixa disponibilidade de forragem, resultando em um baixo desempenho produtivo (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011).

O crescimento na produção de caprinos, ao longo dos anos, se deve, principalmente, à adaptabilidade dessa espécie, diante das condições adversas impostas a esses animais, sejam elas de cunho ambiental ou nutricional. Diante desse contexto, uma restrição nutricional, que, por sua vez, pode ser quantitativa ou qualitativa, dependendo do nível alimentar imposto, pode ser um desafio a essa espécie, por consequência da variação sazonal; como, também, pode ser uma estratégia de manejo nutricional alimentar e que, se conhecido o seu efeito fisiológico ao animal, pode gerar grandes contribuições, capazes de reduzir gastos desnecessários num sistema de produção (GOMES, 2008).

Para o sucesso do sistema de produção, em que a alimentação é um dos fatores que mais oneram o custo de produção, é imprescindível o aprofundamento no segmento nutricional. No entanto, a intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos animais, uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes e os níveis de produção alcançados (GONZÁLEZ, 2000).

O estado nutricional de um indivíduo é a resultante do equilíbrio entre os aportes nutricionais e gastos energéticos. Quando o aporte nutricional protéico, energético, de vitaminas ou minerais diminui por diversas causas (hipoalimentação, infecções, diarreias crônicas entre outras), o estado nutricional é prejudicado, devido ao fato de que a eficiência dos processos de imunidade, fagocitose, função respiratória e outras são reduzidos, diminuindo a capacidade do organismo a responder a estas agressões (TÉLLEZ, 1994).

A composição bioquímica do sangue reflete de maneira confiável o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes no tecido animal. Este equilíbrio chama-se homeostase, e neste processo complexos mecanismos metabólico-hormonais estão

envolvidos. A quebra da homeostase leva a redução do desempenho zootécnico, e dependendo do grau até a doenças da produção (GONZÁLEZ et al., 2000).

A bioquímica sanguínea reflete ainda, de forma clara, a situação metabólica dos tecidos animais, o que pode ser um grande aliado para avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação dos animais diante de desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos ou de origem nutricional, podendo identificar problemas em potencial, antes que eles venham expressar queda na produção e desordens de fertilidade (KELLY, 1996).

O perfil metabólico atua como indicador sanguíneo do status nutricional, fornecendo informações confiáveis, pois reflete de maneira fiel o balanço nutricional e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais (GONZÁLEZ, 2000). Em caprinos, as características metabólicas diferem das observadas em outros ruminantes, devido à capacidade de adaptação fisiológica às várias condições (MORANDFHER, 2005).

De acordo com Wittwer (2000a), embora as análises sanguíneas possam ter menor especificidade, servem como um primeiro sinal de alerta diante de um problema metabólico, por exemplo, para que, em casos de detectar uma alteração, possam ser realizados os diagnósticos pertinentes e assim, corrigir oportunamente a situação. A interpretação do perfil bioquímico, tanto aplicado a rebanhos quanto a indivíduos é complexa, devido aos mecanismos que controlam os níveis sanguíneos de vários metabólitos e também a grande variação desses níveis em função de fatores como raça, idade, stress, dieta, nível de produção, manejo, clima e estado fisiológico. Além disso, para uma correta interpretação dos perfis metabólicos deve-se contar com valores de referência apropriados para a região e a população em particular, caso contrário os valores referenciais a serem utilizados devem ser de zonas climáticas e grupos de animais similares (WITTWER, 2000b).

A escolha das variáveis a serem analisadas depende da importância das mesmas no problema a ser investigado, da facilidade de análise e da estabilidade das amostras até o processamento no laboratório (INGRAHAN; KAPPEL, 1998).

O perfil metabólico, mesmo com sua importância para prever status nutricional em ruminantes, maior enfoque é dado à utilização destes para avaliar a severidade de doenças metabólicas (cetose, toxemia da prenhez etc.) ou para tentar diagnosticar, de forma prematura, falhas que possam favorecer o aparecimento das mesmas. Muito pouco tem sido feito com o intuito de utilizar esta ferramenta para diagnosticar carências ou excessos em animais confinados.

Pesquisas com parâmetros indicadores de desequilíbrios nutricionais envolvendo restrição alimentar seguida de realimentação são incipientes na região semiárida brasileira, embora sejam importantes para a saúde animal e possam contribuir para traçar estratégias nutricionais para os animais. Apesar do perfil metabólico já ser bastante estudado em outras espécies, este é o primeiro trabalho realizado com caprinos, na região Semiárida.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da restrição alimentar e da realimentação sobre o perfil metabólico de caprinos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o efeito de dietas com diferentes níveis de restrição proteica e energética, sobre o perfil metabólico de caprinos;
- Pesquisar o efeito da realimentação sobre o perfil metabólico de caprinos submetidos à diferentes dietas restritivas;
- Definir as principais variáveis a serem utilizadas para elucidação do status nutricional de caprinos.

3 CAPÍTULO I: PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE RESTRIÇÃO PROTEICA E ENERGÉTICA

3.1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura tem grande destaque no Nordeste brasileiro e representa uma importante atividade econômica para a região. Apesar desses animais apresentarem boa adaptabilidade às condições climáticas adversas, sua cadeia produtiva também está sujeita às variações decorrentes da periodicidade das forragens ao longo do ano, sobretudo aqueles que são criados de forma extensiva (SIMPLÍCIO, 2001; ARAÚJO; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES FILHO, 2006). A caatinga, grande depósito de alimento para os rebanhos de caprinos, sofre influência estacional com períodos de chuva e seca, fato que interfere diretamente na quantidade e qualidade das forragens (ARAÚJO; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES FILHO, 2006). No caso da estação seca, no geral são encontradas pastagens com baixos teores de energia e proteína, o que contribui com a baixa produtividade dos rebanhos no período, em função das importantes alterações metabólicas e endócrinas fundamentais para o desenvolvimento e crescimento animal (SOLTÉSOVÁ et al., 2015).

Quando o consumo de alimentos não é capaz de atender as necessidades nutricionais dos animais, ocorre desequilíbrio entre o aporte nutricional e seu metabolismo. Condições que acarretam desequilíbrio por período curto de tempo, ou é pouco severo, os mecanismos de compensação atuam no intuito de suprir a necessidade. Entretanto, quando esse desequilíbrio é prolongado e severo, as reservas do corpo esgotam e as doenças metabólicas são instaladas (WITTWER, 2000). Para o diagnóstico desses distúrbios, a avaliação do perfil metabólico é de suma importância. Demonstra com fidelidade a mobilização dos metabólitos no organismo animal, sendo importante meio para análise das lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, problemas nutricionais, fisiológicos e metabólicos (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

Segundo Gonzalez (2000) e Vieira et al. (2010), as variáveis mais utilizadas na avaliação do perfil energético são a glicose, o colesterol e triglicerídeos. A avaliação do status proteico pode ser realizada, mediante a determinação das concentrações de proteína total, albumina, ureia e creatinina no sangue dos animais (PAYNE, PAYNE, 1987). Somado a avaliação dos metabólitos, o estudo das enzimas é de grande importância para compreensão dos processos fisiológicos, pois se encontram direta e indiretamente relacionadas às principais

rotas metabólico-nutricionais, tendo por função catalisar as reações bioquímicas (GONZÁLEZ, SCHEFFER, 2003).

Além da importância ligada ao diagnóstico dos distúrbios metabólicos, a determinação do perfil energético e proteico pode auxiliar na avaliação do status nutricional dos rebanhos em diferentes fases de produção e reprodução (PEIXOTO, 2007) e prever o tipo de alimentação ou deficiência pela qual o rebanho está sujeito e com base nisto é possível determinar a implementação de medidas de manejo, como a instituição de suplementação para evitar perdas na produção (PORTILHO, 2010). Em caprinos, dados sobre o efeito de diferentes desafios metabólicos como lactação ou prenhez são conhecidos (SIMPLÍCIO, 2001; ARAÚJO; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES FILHO, 2006), entretanto, não há descrições na espécie sobre condições de restrição nutricional na dieta, mimetizando o que ocorre em períodos de seca.

Com a hipótese de que déficit nutricional na dieta promove alteração no perfil metabólico, objetivou-se avaliar os efeitos da restrição energética e proteica, em diferentes níveis, sobre o perfil metabólico de caprinos, com o intuito de determinar o potencial das diferentes variáveis bioquímicas em prever o tipo de restrição ao qual o animal está submetido.

3.2. METODOLOGIA

As condições deste estudo foram submetidas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, com protocolo nº 23091001004/2018-54, parecer nº 05/2018.

3.2.1. ANIMAIS

Foram utilizados 25 caprinos machos, castrados, variando de 6 meses a 4 anos de idade, e de 9 a 50 kg de peso vivo, sem padrão racial definido. Os animais foram mantidos no Núcleo de Pesquisa de Pequenos Ruminantes da Universidade Federal Rural do Semiárido e, apesar de alojados em baias coletivas, na hora da alimentação, eles eram amarrados e recebiam alimentação de forma individualizada, através da utilização de cochos feitos de bombonas plásticas. Antes da etapa experimental, passaram por período de adaptação de 30

dias, onde receberam alimentação composta pelos ingredientes feno de braquiária, milho moído e farelo de soja, conforme tabela 1. A dieta foi calculada e fornecida para atender as exigências nutricionais basais, com 55,5% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 9% de proteína bruta (PB), além de água à vontade. O consumo de matéria seca (MS) foi calculado com base no peso vivo (PV) dos animais, considerando 2,8%.

Semanalmente os animais foram pesados e avaliados quanto ao ganho de peso e sua exigência nutricional corrigida. Como medidas sanitárias, foram vacinados para prevenir clostridioses e também realizou-se desverminação e uso de coccidiostáticos, conforme acompanhamento mensal com realização de parasitológico de fezes.

Tabela 1: Composição química dos ingredientes utilizados na dieta dos caprinos durante o período de adaptação.

Composição nutricional					
Ingredientes	MS %	PB %	CINZAS %	FDA %	FDN %
Feno de Braquiária	80,30	6,74	16,33	51,73	83,91
Milho moído	91,30	8,87	11,30	9,02	28,30
Farelo de soja	88,56	44,46	16,30	8,50	11,18

MS – Matéria seca; FDA – Fibras em detergente ácido; FDN – Fibras em detergente neutro; PB – Proteína bruta.

3.2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os animais foram distribuídos em 5 grupos experimentais com cinco animais em cada: Grupo 1 (G1) recebeu dieta isoproteica / hipoenergética, com 40% de redução no NDT em relação à dieta de manutenção; para o Grupo 2 (G2), a dieta tinha características isoenergética / hipoproteica, com restrição de 20% do teor total de proteína em relação à exigência basal; Grupo 3 (G3), isoproteica / hipoenergética, com redução de 20% do teor energético; os animais do Grupo 4 (G4) receberam dieta isoenergética / hipoproteica, com restrição de 40% de proteína; e o Grupo 5 (G5), tratados com dieta hipoproteica / hipoenergética com redução de 30% nos valores proteicos e energéticos dos nutrientes de manutenção (Tabela 2). Salienta-se que o estudo propiciou restrição de nutrientes, não de alimentos. As dietas contendo teores alterados de proteína ou energia foram fornecidas em todos os grupos durante 42 dias.

Somados a esse período, os 30 dias iniciais de adaptação, o experimento teve duração total de 72 dias.

Tabela 2: Percentual de restrição dos níveis de energia e proteína bruta da dieta nos diferentes grupos experimentais.

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5
Energia (%)	40 (HE)	0 (IE)	20 (HE)	0 (IE)	30 (HE)
Proteína (%)	0 (IP)	20 (HP)	0 (IP)	40 (IP)	30 (HP)

IE = Isoenergética; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica; HP = Hipoproteica; G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5.

Para determinar o efeito dos diferentes tipos de restrição de nutrientes no perfil metabólico dos caprinos, sangue venoso foi coletado nos dias 0 (T0), após os 30 dias de adaptação e antes da restrição energética ou proteica; dia 1 (T1), primeiro dia após o início do consumo da dieta com restrição e os demais dias que seguem em 3 (T3), 7 (T7), 14 (T14), 21 (T21), 28 (T28), 35 (T35) e 42 dias (T42).

3.2.3. COLHEITA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular, por meio de seringas de 10 ml e agulhas 25x8 descartáveis, e transferidas para tubos com anticoagulante fluoreto de sódio e tubos sem anticoagulante, para obtenção de plasma e soro, respectivamente. Estas amostras foram centrifugadas e o soro ou plasma obtido, foram acondicionados em microtubos e armazenados a -20°C para posterior análise.

O plasma fluoretado foi utilizado para determinação das concentrações de glicose, enquanto nas amostras de soro foi avaliado a ureia, creatinina, proteína total, albumina, triglicérides, colesterol, e atividades das enzimas GGT, AST e CK. As técnicas utilizadas para o processamento das amostras estão descritas na tabela 3. Todas as análises foram processadas em analisador bioquímico automático (HumaStar 80[®]), no Laboratório de Anestesiologia Experimental do Departamento de Ciência Animal da Universidade Federal Rural de Mossoró – UFRSA, utilizando-se kits comerciais específicos para cada variável.

Tabela 3 – Técnicas utilizadas no processamento das amostras para avaliação do perfil metabólico de caprinos submetidos a dietas com diferentes percentuais de restrição energética e proteica

Perfil	Variável	Metodologia	Componente
Energético	Glicose	Glicose oxidase	Plasma
	Colesterol	Teste enzimático e colorimétrico	Soro
	Triglicerídeos	Teste enzimático colorimétrico	Soro
Proteico	Proteína total	Método do Biureto	Soro
	Ureia	Técnica da uréase	Soro
	Albumina	Verde de bromocresol	Soro
	Creatinina	Método cinético colorimétrico	Soro
	Globulinas	Diferença entre a proteína total e albumina	Soro
Enzimas	CK	Teste Cinético-UV	Soro
	AST	Teste Cinético-UV	Soro
	GGT	Teste Cinético-UV	Soro

3.2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi processada com auxílio do programa estatístico Statistical analysis system - SAS.

Os dados obtidos durante o período experimental foram analisados quanto a sua distribuição pela prova de Kolgomorov-Sminorv e avaliada a homogeneidade das variâncias.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento PROC MIXED, para medidas repetidas no tempo, sendo estudado para cada variável o efeito de tratamento, tempo e interação entre tratamento e tempo. Sendo considerado o critério de Akaike (AIC) para a escolha da melhor estrutura de covariância. Após a escolha da melhor estrutura de covariância foi analisado o efeito de tempo entre os momentos estudados pela comparação de medias pelo teste de Duncan.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Glicose

Não foram evidenciadas diferenças entre os tratamentos, para glicose (tabela 4). No entanto, maiores valores de glicose foram observados no T1, e nos momentos posteriores não diferiram do momento basal. Apesar do aumento visto em T1, verifica-se que a glicose se manteve constante, a partir de então, em todos os tratamentos. O que pode ser explicado por Marquez; Rademacher, 1999, quando diz que a glicemia é regulada por um complexo e eficiente sistema endócrino, que inclui a insulina, hormônio que estimula a captação de glicose pelos tecidos, o glucagon e as catecolaminas que estimulam a degradação do glicogênio e os corticoesteróides que são promotores da gliconeogênese. Este controle hormonal faz com que a determinação de glicose ofereça pouca utilidade como indicador do metabolismo energético (Payne; Payne, 1987).

Tabela 4: Valores da glicose (g/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	50,0±5,5 ^{ab}	48,0±2,8 ^b	55,3±10,1 ^b	52,0±7,2 ^{ab}	52,8±7,9 ^b
T1	61,8±23,4 ^a	70,6±23,5 ^a	79,0±6,1 ^a	65,6±21,2 ^a	68,2±8,8 ^a
T3	48,8±6,1 ^{ab}	47,2±1,9 ^b	48,2±7,3 ^{bc}	45,6±5,1 ^{bc}	48,6±4,7 ^b
T7	57,4±14,0 ^{ab}	50,4±7,7 ^b	54,5±5,4 ^b	48,2±7,1 ^{bc}	52,6±7,4 ^b
T14	48,0±2,7 ^{ab}	52,6±5,1 ^b	49,8±3,3 ^{bc}	50,0±3,0 ^{bc}	54,6±3,9 ^b
T21	47,8±3,1 ^{ab}	51,8±4,3 ^b	50,4±1,6 ^{bc}	50,2±3,0 ^{bc}	54,4±5,3 ^b
T28	44,6±5,3 ^b	44,6±3,1 ^b	43,2±2,2 ^c	42,4±2,5 ^{bc}	47,8±6,6 ^b
T35	43,4±1,3 ^b	45,2±2,4 ^b	43,4±5,5 ^c	46,0±2,0 ^{bc}	47,2±4,6 ^b
T42	44,0±2,8 ^b	46,0±3,4 ^b	43,4±4,1 ^c	46,0±3,4 ^{bc}	48,2±3,9 ^b

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

3.3.2. Colesterol

Grande parte dos valores obtidos para o colesterol, se manteve dentro dos valores de referência, de 80 – 130 mg/dL, segundo (KANEKO, 2008). Foi observada diferença de tratamento apenas no T42, onde o G1 apresentou maior concentração de colesterol quando comparado ao G5.

O grupo G5 apresentou o menor valor em todos os tempos, com exceção do T35, onde foi ligeiramente maior. Isso pode ser explicado pelo fato de ser o grupo mais desafiador, tendo restrição energética e proteica (30 % para ambos).

As menores médias observadas em todos os grupos foram encontradas entre os tempos T7 e T28 pós restrição, mostrando que esta variável parece sofrer influência das deficiências nutricionais energéticas ou proteicas.

Tabela 5: Valores de colesterol (mg/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	104,0±24,4	97,2±26,1	99,8±8,7 ^{ab}	85,4±24,5 ^{ab}	80,6±13,2 ^{abc}
T1	106,0±29,8	86,8±24,0	92,8±7,1 ^{abcd}	84,2±17,8 ^{ab}	79,4±14,1 ^{bc}
T3	111,8±16,9	100,2±28,1	101,8±14,6 ^a	103,4±20,9 ^a	89,4±21,3 ^{ab}
T7	80,2±12,9	78,6±16,9	80,6±24,9 ^{bcd}	74,6±17,4 ^b	73,8±8,58 ^{bc}
T14	84,6±18,6	84,8±26,2	78,6±10,2 ^{cd}	74,8±18,6 ^b	70,2±5,8 ^c
T21	83,0±16,7	86,0±26,2	76,4±16,9 ^{cd}	82,4±13,1 ^{ab}	79,8±14,8 ^{bc}
T28	85,4±21,3	78,8±12,6	72,0±6,0 ^d	68,2±12,3 ^b	67,2±5,4 ^c
T35	111,2±29,2	111,0±26,3	104,2±16,8 ^a	90,8±22,5 ^{ab}	98,0±17,9 ^a
T42	101,4±25,8 ^A	93,4±19,8 ^{AB}	94,4±16,9 ^{ABab}	75,2±16,5 ^{AB}	69,0±3,1 ^{Bc}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

3.3.3. Triglicerídeos

Com relação ao triglicerídeos (Tabela 6), observou-se nos momentos T7 e T42, menores concentrações deste metabólito no G5. Quanto ao tempo, todos os grupos apresentaram diferenças, com uma redução no decorrer do experimento. Pôde-se verificar ainda, que os maiores valores foram vistos no terceiro dia de experimento (T3).

A diferença observada entre os tempos T7 e T14 em relação ao T0 nos grupos G1, G3 e G5, mostram o reflexo do déficit energético nos valores de triglicerídeos neste intervalo de tempo. Porém aos 42 dois dias (T4), os valores nos grupos G1 e G3 não mais diferiam do T0, perdendo esta variável a importância para identificação de déficit energético neste período. Entretanto os baixos valores médios observados do T28 ao T42 nos grupos com déficit proteico sugerem o uso deste parâmetro bioquímico para essa alteração nutricional.

Tabela 6: Valores de triglicerídeos (mg/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	30,8±13,02 ^{ab}	26,0±6,1 ^{bc}	29,0±10,6 ^{ab}	25,6±5,5 ^{ab}	29,6±8,7 ^a
T1	23,6±6,5 ^{bc}	17,2±1,6 ^c	21,8±5,0 ^{bc}	21,6±6,0 ^b	18,6±2,9 ^{bcd}
T3	34,2±4,7 ^a	38,6±11,7 ^a	32,0±9,7 ^a	33,8±13,0 ^a	25,0±3,5 ^{ab}
T7	17,0±4,0 ^{ABc}	17,4±4,8 ^{ABc}	17,2±3,4 ^{AB}	21,0±2,4 ^{Ab}	13,6±4,3 ^{Bd}
T14	16,8±6,0 ^c	20,6±5,9 ^{bc}	18,6±3,7 ^c	21,2±4,6 ^b	16,8±2,7 ^{cd}
T21	23,8±7,2 ^{bc}	28,2±10,8 ^b	24,0±5,0 ^{abc}	27,6±6,8 ^{ab}	29,4±7,1 ^a
T28	21,4±4,6 ^{bc}	18,0±1,0 ^c	21,2±3,1 ^{bc}	20,8±3,6 ^b	24,0±9,0 ^{abc}
T35	18,2±8,3 ^c	18,6±3,5 ^c	21,0±5,7 ^{bc}	18,0±5,0 ^b	16,6±4,7 ^{cd}
T42	25,8±6,6 ^{ABab}	17,6±6,3 ^{Bc}	28,8±8,1 ^{Aab}	20,4±9,6 ^{AB}	16,46±6,7 ^B

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

Hipertrigliceridemia e hiperce-tonemia podem ocorrer nos casos de privação alimentar, volumoso de baixa qualidade e deficiência energética da alimentação. Sabe-se que o organismo compensa déficits energéticos com a mobilização de reservas corporais e, caso o

fígado não consiga metabolizar todo ácido graxo proveniente da lipólise há, formação de corpos cetônicos (Ortolani 1994, Rook 2000).

3.3.4. Ureia

Para os valores de ureia (Tabela 7), os grupos G2 e G4, que correspondem às restrições de 20 e 40 % de proteínas, respectivamente, apresentaram os menores valores entre todos, ao longo do experimento. No grupo submetido ao maior desafio proteico, G4, os valores de ureia caem a partir dos sete dias, e assim permanecem. Já no grupo, também hipoproteico, G2, os valores diferem somente no T42 em relação ao T0. Estes resultados demonstram que a queda nos valores deste metabólito mostra de forma rápida as carências mais graves de proteína na dieta, e de forma mais lenta a carência proteica menos intensa. Mostrado ainda quando comparamos os valores deste metabólito nos vários grupos no T42 com os valores de referência (21 a 42,8 mg/dL) descritos por KANEKO (2008).

Tabela 7: Valores de ureia (mg/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	24,0±13,0 ^{bc}	18,8±2,5 ^{ab}	28,4±12,7 ^a	26,2±5,5 ^{ab}	26,4±6,4 ^a
T1	31,6±3,2 ^{Aab}	16,0±3,8 ^{Bab}	29,8±4,0 ^{Aa}	25,0±5,1 ^{Aabc}	26,4±9,0 ^{Aa}
T3	25,0±1,5 ^{Aabc}	16,2±4,8 ^{Bab}	24,0±6,0 ^{ABab}	21,8±5,4 ^{ABbcd}	29,4±8,8 ^{Aa}
T7	22,6±4,6 ^{bc}	18,8±6,5 ^{ab}	19,7±3,3 ^{ab}	16,2±5,1 ^{cd}	20,8±3,0 ^{ab}
T14	21,7±3,2 ^{bc}	19,6±7,8 ^a	24,4±6,1 ^{ab}	20,2±4,6 ^{bcd}	24,4±5,2 ^{ab}
T21	32,2±4,1 ^{Aab}	15,4±2,8 ^{Cab}	28,4±4,5 ^{Aba}	17,8±7,3 ^{Ccd}	24,8±4,4 ^{Bab}
T28	34,6±9,8 ^{Aa}	20,2±7,1 ^{Ba}	23,4±5,7 ^{Bab}	15,8±5,8 ^{Bd}	21,0±3,0 ^{Bab}
T35	23,4±10,1 ^{bc}	21,8±3,5 ^a	22,0±8,2 ^{ab}	30,8±8,3 ^a	21,0±3,0 ^{ab}
T42	17,4±6,1 ^c	11,6±2,3 ^b	15,4±4,7 ^b	14,4±3,2 ^d	17,2±6,7 ^b

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

Além da diminuição nas quantidades de ureia observada nos grupos G2 e G4, constata-se também a queda nos valores nos grupos submetidos à restrição energética (G1, G3 e G5) no T42. Apesar de alguns autores como Gonzáles et al. (2000) e Contreras (2000) observarem que animais que recebiam dietas com déficit de energia mostravam valores altos de ureia no sangue, e justificarem que isso ocorre pelo fato da diminuição da capacidade da microbiota ruminal em utilizar os compostos nitrogenados para síntese de proteínas aumentar a absorção de amônia ruminal e conseqüentemente de ureia sérica, também é sabido que o déficit energético a longo prazo causa diminuição da população microbiana ruminal e conseqüente diminuição do metabolismo proteico e dos valores de ureia sanguínea.

3.3.5. Proteínas totais

Na tabela 08 verificou-se que os níveis de proteínas totais circulantes, nas restrições hipoproteica/isoenergética (20-40%) e Hipoenergética/isoproteica (20-40%), aos quais se referem os tratamentos G1, G2, G3 e G4, não apresentaram diferenças significativas entre eles, e nem entre os tempos experimentais. No entanto, o tratamento G5, apresentou diminuição ($p < 0,05$) dos valores séricos de PT, após o 21º dia do experimento. Este resultado, associado aos valores de albumina e globulina observados neste grupo e nestes tempos, mostram que esta queda ocorreu devido à baixa dos valores de globulina, e que este parâmetro pode ser mais influenciado diretamente pelo déficit dietético proteico e energético nos períodos estabelecidos.

Tabela 08: Valores de Proteínas (g/dL) Totais sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	7,1±0,6 ^{Bb}	8,1±0,9 ^{AB}	7,9±0,5 ^{AB}	7,9±0,6 ^{ABab}	9,1±0,8 ^{Aab}
T1	7,5±1,0 ^{ab}	7,4±0,9	7,5±0,6	7,8±0,7 ^{ab}	8,4±0,7 ^{abc}
T3	8,0±0,4 ^{ACab}	8,7±1,1 ^{AB}	7,4±0,2 ^C	8,2±0,7 ^{BCa}	9,3±0,8 ^{Aa}
T7	7,3±1,0 ^b	7,7±1,1	7,1±0,8	7,4±0,2 ^{ab}	8,2±0,6 ^{abc}
T14	6,8±0,7 ^{Bb}	7,6±0,9 ^{AB}	7,4±0,5 ^{AB}	7,1±0,7 ^{ABb}	8,1±0,7 ^{Abc}
T21	8,7±1,2 ^a	7,8±1,0	7,7±1,6	7,7±0,9 ^{ab}	7,8±0,5 ^c
T28	7,2±0,6 ^b	7,4±0,6	7,4±0,5	7,4±0,6 ^{ab}	8,1±0,7 ^{bc}
T35	7,4±0,6 ^{ab}	7,4±0,9	8,1±0,8	7,4±0,4 ^{ab}	7,8±0,5 ^c
T42	7,5±0,8 ^{ab}	7,8±0,6	7,3±0,5	7,7±0,6 ^{ab}	7,5±0,6 ^c

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

3.3.6. Albumina

O nível de albumina no sangue é um indicador do conteúdo de proteína na dieta, muito embora as mudanças ocorram lentamente. Para detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação (PAYNE; PAYNE, 1987). Neste estudo o tempo e o desafio proposto, não foi suficiente para diminuir de forma clara e continua os valores médios de albumina nos grupos ($p < 0,05$).

Valores persistentemente baixos de albumina sugerem inadequado consumo de proteínas. Em caso de subnutrição severa, a albuminemia pode cair a níveis menores de 2,0 g/dL (SAUBERLICH et al., 1981).

Tabela 09: Valores de Albumina (g/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	4,9±0,2 ^{Bbc}	4,9±0,2 ^{Aabc}	4,6±0,1 ^{ABbcd}	4,7±0,2 ^{Aab}	5,0±0,3 ^{Aab}
T1	4,1±0,2 ^{Bc}	4,3±0,1 ^{ABCde}	4,1±0,2 ^{Be}	4,4±0,3 ^{ABbc}	4,5±0,2 ^{Aabc}
T3	4,8±0,2 ^{ab}	5,0±0,4 ^{ab}	4,8±0,1 ^{bc}	4,9±0,3 ^{ab}	5,1±0,3 ^a
T7	4,3±0,2 ^{bc}	4,6±0,4 ^{bcde}	4,3±0,2 ^{cde}	4,5±0,1 ^{bc}	4,7±0,3 ^{ab}
T14	4,0±0,4 ^{Bc}	4,4±0,2 ^{ABcde}	4,3±0,2 ^{ABcde}	4,0±0,2 ^{Bcd}	4,5±0,3 ^{Abc}
T21	5,2±0,8 ^a	4,8±0,4 ^{abcd}	5,0±0,8 ^{ab}	4,8±0,6 ^{ab}	5,1±0,5 ^a
T28	3,8±0,2 ^{Bc}	4,2±0,3 ^{Abe}	4,0±0,1 ^{Abde}	3,7±0,2 ^{Be}	4,0±0,2 ^{Abc}
T35	4,8±0,5 ^{ab}	5,3±0,5 ^a	5,4±0,5 ^a	5,3±0,4 ^a	5,1±0,6 ^a
T42	4,7±0,4 ^{Bab}	4,6±0,3 ^{ABab}	5,4±0,4 ^{Aa}	4,3±0,5 ^B	4,7±0,1 ^{Bab}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenérgica; IP = Isoproteica.

3.3.7. Globulina

Segundo Contreras et al. (2000) os metabólitos albumina e globulina são indicadores úteis e sensíveis para avaliação do estado proteico do animal, porém apresentam respostas mais lentas quando comparados à ureia, que é considerada um parâmetro de maior magnitude na investigação do estado proteico do animal. Neste estudo, valores de globulina menores observados nos grupos G2, G4 e G5 nos tempos T35 e T42, mostram que esta variável parece refletir o status proteico nestes desafios propostos, podendo até mesmo ser uma variável mais precocemente alterada que a albumina.

Tabela 10: Valores de Globulinas (g/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1	G2	G3	G4	G5
	IP - HE (40%)	IE - HP (20%)	IP - HE (20%)	IE - HP (40%)	HP - HE (30%)
T0	3,0±1,0	3,2±0,7 ^a	3,2±0,4 ^a	3,1±0,5 ^a	4,0±0,7 ^{ab}
T1	3,4±1,2	3,1±0,8 ^{ab}	3,3±0,4 ^a	3,4±0,6 ^a	3,8±0,6 ^{abc}
T3	3,1±0,5 ^{BC}	3,7±0,9 ^{Aba}	2,6±0,2 ^{Ca}	3,3±0,5 ^{ABCa}	4,2±0,7 ^{Aa}
T7	2,9±1,0	3,1±0,7 ^{ab}	2,8±0,5 ^a	2,9±0,3 ^a	3,5±0,7 ^{abc}
T14	2,8±0,6	3,1±0,6 ^{ab}	3,1±0,3 ^a	3,0±0,5 ^a	3,7±0,7 ^{abc}
T21	3,4±0,8	3,0±0,6 ^{ab}	2,7±0,7 ^a	2,9±0,6 ^a	3,0±1,2 ^{abc}
T28	3,3±0,7	3,3±0,4 ^a	3,4±0,4 ^a	3,6±0,5 ^a	4,0±0,7 ^{ab}
T35	2,5±0,6	2,1±0,7 ^b	2,7±0,7 ^a	2,1±0,7 ^b	2,7±1,0 ^c
T42	2,8±0,4	2,7±0,3 ^{ab}	1,8±0,8 ^b	2,9±0,6 ^a	2,8±0,5 ^{bc}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

3.3.8. Aspartato aminotransferase (AST), Gama glutamiltransferase (GGT)

As enzimas AST, GGT são comumente utilizadas para avaliação da integridade hepática dos animais. Os valores e a evolução das médias destas enzimas mostram que, os déficits energéticos e proteicos, e as alterações metabólicas aos quais os animais foram submetidos neste estudo, não foram suficientes para causar lesão hepática nos mesmos.

Os valores encontrados para a enzima AST, conforme tabela 11, mantiveram-se dentro dos valores de referência (43 – 132 UI/l), segundo KANEKO (2008), não apresentando resultados expressivos para a restrição alimentar. O G5, ao qual pertenciam os animais mais velhos, apresentou os menores valores, porém, segundo Rêgo (2000), não há relato de influência de idade e sexo na atividade desta enzima. Já BEHERA et al. (1993), em experimento com caprinos em diferentes faixas etárias, verificaram variação significativa nos valores de AST, com relação à idade.

Tabela 11: Valores de AST (U/L) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	77,8±6,3 ^{ABbc}	82,2±11,4 ^{AB}	79,2±9,4 ^{AB}	96,0±21,2 ^{Aab}	67,0±16,5 ^B
T1	84,6±14,1 ^{bc}	81,2±12,9	74,8±7,9 ^c	88,8±26,1 ^{ab}	74,0±26,0
T3	76,6±15,3 ^{bc}	75,2±23,9	77,0±20,4 ^c	79,8±28,1 ^{ab}	78,0±31,2
T7	81,6±11,9 ^{bc}	75,8±18,9	71,2±7,6 ^c	76,0±24,6 ^{ab}	87,8±15,0
T14	73,4±10,9 ^c	76,6±7,7	78,4±16,9 ^c	63,5±6,6 ^b	63,2±17,9
T21	96,4±19,0 ^{abc}	86,6±23,3	87,0±9,9 ^{bc}	93,4±22,9 ^{ab}	75,6±30,7
T28	95,6±14,6 ^{abc}	77,8±21,3	98,6±23,6 ^{abc}	86,2±22,5 ^{ab}	67,6±32,1
T35	108,6±22,5 ^{Aa}	95,0±15,9 ^{AB}	112,4±25,6 ^{Aab}	105,0±18,3 ^{Aa}	72,8±22,6 ^B
T42	99,4±20,4 ^{ABab}	87,6±9,6 ^B	118,4±33,8 ^{Aa}	96,0±13,8 ^{AB}	52,2±16,3 ^C

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

De acordo com a tabela 12, apesar de não ter diferença significativa no decorrer dos tempos, observou-se oscilação dos valores de GGT, com redução no T42, em todos os tratamentos. Apesar dessa redução, a partir do T21, a maioria dos resultados mostrou-se acima dos valores de referência para a espécie, que varia de 20 a 56 U/L, segundo KANEKO (2008).

3.3.9. Creatinina

Os valores de creatinina não demonstraram alterações significativas, permanecendo, quase sempre, dentro dos valores de referência para a espécie KANEKO (2008). Em condições normais a creatinina sérica é francamente excretada pelos rins, mantendo uma baixa e constante concentração sérica (KANEKO, 1997). Estudos mostram que essa variável no organismo animal sempre tende para padrões constantes, não sendo influenciada pela nutrição, principalmente por dietas hipo ou hiperproteicas (GONZÁLEZ et al., 2000).

Tabela 12: Valores de GGT (U/L) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	55,6±12,4 ^{ABbc}	51,6±8,5 ^{Bcd}	50,8±8,3 ^B	60,2±13,1 ^{AB}	67,0±9,5 ^A
T1	58,4±19,6 ^{abc}	48,8±10,7 ^{cd}	50,2±7,0 ^c	56,4±13,4 ^{ab}	64,6±7,9 ^{ab}
T3	48,4±18,6 ^{Bbc}	47,0±10,6 ^{Bd}	46,4±9,9 ^{Bc}	45,8±13,5 ^{Bb}	69,2±9,8 ^{Aab}
T7	45,2±7,4 ^{Bc}	54,4±9,0 ^{ABbcd}	44,4±10,2 ^{Bc}	51,6±8,6 ^{A^B}	61,4±8,5 ^{Aab}
T14	54,0±14,4 ^{bc}	45,8±6,7 ^d	47,4±3,6 ^c	55,2±20,6 ^{ab}	59,0±9,6 ^b
T21	67,8±15,2 ^{abc}	67,0±15,6 ^{ab}	57,4±7,7 ^{bc}	66,0±15,9 ^{ab}	72,8±12,3 ^{ab}
T28	67,2±17,0 ^{abc}	56,4±9,0 ^{bcd}	52,0±10,0 ^c	64,0±25,6 ^{ab}	73,2±16,8 ^{ab}
T35	81,2±16,6 ^a	74,8±10,6 ^a	79,4±11,8 ^a	72,8±14,3 ^a	80,6±9,8 ^a
T42	71,2±16,2 ^{ab}	61,8±6,4 ^{abc}	65,8±9,6 ^b	64,2±21,4 ^{ab}	68,0±13,9 ^{ab}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

Tabela 13: Valores de Creatinina (mg/dL) sob a influência da restrição alimentar em caprinos por um período de 42 dias.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T0	1,50±0,17 ^{BCbc}	1,74±0,15 ^{AB}	1,44±0,15 ^{Cab}	1,84±0,35 ^{ABab}	1,98±0,41 ^A
T1	1,62±0,35 ^{ABbc}	1,78±0,22 ^{AB}	1,40±0,21 ^{Bab}	1,82±0,46 ^{ABab}	2,04±0,23 ^A
T3	1,70±0,27 ^{Cbc}	1,82±0,22 ^{BC}	1,42±0,34 ^{Cab}	2,12±0,21 ^{Aba}	2,24±0,34 ^A
T7	1,56±0,29 ^{Bbc}	1,88±0,23 ^A	1,46±0,23 ^{Bab}	1,90±0,23 ^{Aab}	2,02±0,14 ^a
T14	1,36±0,47 ^{Bc}	1,68±0,25 ^B	1,22±0,44 ^{Bb}	1,42±0,40 ^{Bb}	2,36±0,35 ^a
T21	1,88±0,30 ^{Bab}	1,98±0,40 ^B	1,34±0,40 ^{Cab}	2,40±0,59 ^{Aba}	2,54±0,18 ^A
T28	1,76±0,21 ^{ABbc}	1,94±0,13 ^{AB}	1,38±0,39 ^{Bab}	1,90±0,69 ^{ABab}	2,10±0,48 ^A
T35	2,26±0,34 ^a	1,84±0,47	1,78±0,49 ^a	2,16±0,52 ^a	2,44±0,83
T42	1,92±0,23 ^{ABab}	1,96±0,61 ^{AB}	1,78±0,19 ^{Ba}	2,30±0,43 ^{ABa}	2,40±0,24 ^A

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

3.4. CONCLUSÃO

As variáveis glicose, proteína total e albumina não foram eficientes para demonstrar carências energéticas e proteicas no desafio proposto neste estudo.

As variáveis colesterol e triglicérides permitem o diagnóstico de deficiências energéticas entre 7 e 28 dias.

As dosagens sanguíneas de colesterol, triglicérides, ureia e globulinas podem ser usadas para identificar carências proteicas de curto e médio prazo.

Não foram constatadas lesões hepáticas ou renais causadas pelas carências e alterações metabólicas que os animais foram submetidos neste estudo.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO G. G. L.; ALBUQUERQUE S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semiárido do nordeste. **Simpósio Brasil**, p. 1-25, 2006.
- CONTRERAS, P. A.; WITWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Ed.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.75- 88, 2000.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; CONCEIÇÃO, T. R.; SIQUEIRA, A. J. S. et al. Variações sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, n.117, 2000.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil Sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: ORTOLANI, E. L.; GONZÁLEZ, F. H. D.; BARROS, L.; CAMPOS, R. (Ed.). Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina). Gramado: **Anais do curso realizado no 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária**, p. 5-17. 2002.
- HELENA, ŠOLTÉSOVÁ & VERONIKA, NAGYOVÁ & CSILLA, TÓTHOVÁ & OSKAR, NAGY. (2015). Haematological and blood biochemical alterations associated with respiratory disease in calves. **Acta Veterinaria Brno**. 84. 249-256. 10.2754/avb201584030249.
- KANEKO J. J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press, San Diego. 932p, 2008.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. **Clinica biochemistry of domestic animals**. San Diego:Academic, 1997. 932p.
- ORTOLANI, E. L. Doenças carenciais e metabólicas em caprinos: urolitíase e toxemia da prenhez. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 3. 1994, Jaboticabal, SP. **Anais... Jaboticabal**: UNESP, 1994. p. 145-161.
- PAYNE JM, PAYNE S. The metabolic profile test. **Oxford: oxford University Press**; 1987.
- PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.299-304, 2007.

PORTILHO, F. P. **Utilização do Resíduo de Cervejaria na Formulação de Misturas Minerais Proteinadas para Ovinos a Pasto**. Tese (doutorado em ciências animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 76 p. 2010.

SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n.24. 2001.

WITTLER, F. Diagnósticos dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

4. CAPÍTULO II: EFEITO DA REALMINTAÇÃO SOBRE O PERFIL METABÓLICO DE CAPRINOS

4.1. INTRODUÇÃO

A alimentação do rebanho caprino no Nordeste é subsidiada pela vegetação nativa, caracterizado pela forte influência das estações do ano, onde durante o período chuvoso o alimento disponível é abundante e de boa qualidade nutricional, já na estação seca, a disponibilidade e a qualidade da forragem estão reduzidas (SIMPLÍCIO, 2001; ARAÚJO; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES FILHO, 2006). Com a escassez, os produtores buscam alternativas para suprir as necessidades dos animais. Desse modo, a alimentação representa o principal custo das explorações animais, existindo assim, uma grande pressão para melhoria da relação custo/benefício (MARTIN et al., 2004).

Os desequilíbrios nutricionais ocorrem em função da disponibilidade e/ou da capacidade de utilização dos alimentos pelos animais que, em período de escassez, são incapazes de satisfazer as exigências de crescimento, manutenção e produção. Assim quando os desequilíbrios são de curta duração e pouco severos, o metabolismo animal pode compensar através da utilização de suas reservas corporais, porém, quando o desequilíbrio é grave e/ou duradouro, o animal acaba por esgotar suas reservas corporais (SOMMER, 1995).

No entanto, quando um animal passa por um período de crescimento limitado pela dieta e posteriormente recebe uma alimentação de alta qualidade à vontade, tende a responder com aumento na taxa de crescimento e na eficiência alimentar, ou seja, após o período de restrição os animais apresentam crescimento mais rápido que aqueles que não passaram pela restrição alimentar (ALLEN, 2000). O crescimento compensatório pode ser definido como um processo fisiológico pelo qual um organismo acelera seu crescimento após um período de desenvolvimento restrito, geralmente devido à redução do consumo de alimento, para alcançar o peso de animais cujo crescimento nunca foi reduzido (HORNICK et al., 2000).

No semiárido os sistemas de criação baseiam-se principalmente em pastagens nativas, que apresentam limitações tanto quantitativa como qualitativamente, principalmente, na época de escassez de águas (ALVES et al., 2014). Em contrapartida, no período chuvoso as concentrações de energia, proteína e fósforo encontram-se elevadas na maioria dos capins tropicais (LIMA et al., 2011). Ou seja, naturalmente, essa condição sazonal pode ser observada em animais mantidos a pasto. Nessas condições os animais podem ter menor

resposta compensatória e conseqüentemente demandarão mais tempo para alcançar o peso de abate (ALVES et al., 2003).

Após longa restrição alimentar, o crescimento compensatório passa a ter ação na base metabólica ou endócrina, afetando o crescimento e o ganho de peso dos animais por meio da diminuição na concentração dos metabólitos e aumento na concentração de hormônio de crescimento (BLUM et al., 1985). A composição sanguínea pode revelar a condição nutricional do animal (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002), apontando desequilíbrios entre o ingresso de nutrientes no organismo, seu metabolismo e os egressos, podendo ser utilizada para identificar doenças metabólicas e desbalanços nutricionais (CONTRERAS et al., 2000).

O perfil metabólico possui três status que representam as principais vias metabólicas no animal: energético, mineral e proteico. Para representação do status energético do animal ou do rebanho, usam-se principalmente dosagens de glicose, beta-hidroxiacetato, colesterol e ácidos graxos livres. O cálcio, o magnésio, o sódio, o fósforo inorgânico e o potássio representam os macrominerais e são os mais utilizados como indicadores do status mineral. Já na determinação do status proteico dos animais, são utilizadas as dosagens sanguíneas de proteínas totais, globulinas, albumina e também a ureia (GONZÁLEZ, 1997). Segundo Vieira et al. (2012), pode-se ainda complementar os testes com dosagem de enzimas específicas como gama-glutamilttransferase (GGT).

Podemos inferir que as análises sanguíneas servem como um sinal de alerta diante do problema metabólico, para que, em casos de detecção de alterações, possam ser realizados os diagnósticos pertinentes e, assim, corrigir oportuna e precocemente a situação (KANEKO et al., 2008). Portanto, objetivou-se avaliar o comportamento de algumas variáveis bioquímicas, durante um período de realimentação, após restrição alimentar com diferentes níveis de restrição proteico e ou energético.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1. ANIMAIS EXPERIMENTAIS E ALIMENTAÇÃO

Foram utilizados 25 caprinos machos, adultos, sem raça definida, castrados, mantidos em baias coletivas, localizadas no Núcleo de Pesquisa de Pequenos Ruminantes da Universidade Federal Rural do Semiárido.

Os animais passaram por período de adaptação de 30 dias, onde receberam alimento volumoso e concentrado, calculados para atender suas exigências nutricionais basais, com 55,5% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 9% de proteína bruta (PB), conforme tabela 1, além de água à vontade. O consumo de matéria seca (MS) foi calculado com base no peso vivo (PV) dos animais, considerando 2,8% do peso de vivo.

Semanalmente os animais foram pesados e avaliados quanto ao ganho de peso e sua exigência nutricional corrigida. Como medidas sanitárias, foram realizadas desverminações e uso de coccidiostáticos, conforme acompanhamento mensal com realização de parasitológico de fezes e vacinados contra clostridioses.

As condições deste estudo foram submetidas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, com protocolo nº 23091001004/2018-54, parecer nº 05/2018.

Tabela 1: Composição nutricional dos ingredientes utilizados

Composição nutricional					
Item	MS %	PB %	CINZAS %	FDA %	FDN %
Feno de Braquiária	80,30	6,74	16,33	51,73	83,91
Milho moído	91,30	8,87	11,30	9,02	28,30
Farelo de soja	88,56	44,46	16,30	8,50	11,18

MS – Matéria seca; FDA – Fibras em detergente ácido; FDN – Fibras em detergente neutro; PB – Proteína bruta.

4.2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para o experimento, o rebanho foi dividido em 5 grupos, com 5 animais cada (G1, G2, G3, G4 e G5), e teve duração de 114 dias, compreendendo 30 dias para o período de

adaptação, 42 dias para a restrição alimentar e 42 dias para a realimentação. Na restrição alimentar os grupos foram submetidos à dietas isoproteica / hipoenergética (40% - G1); isoenergética / hipoproteica (20% - G2); isoproteica / hipoenergética (20% - G3); isoenergética / hipoproteica (40% - G4) e hipoproteica / hipoenergética (30% - G5), de acordo com a tabela 2.

Tabela 2: Composição da dieta de restrição alimentar

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5
Energia (%)	40 (IE)	0 (IE)	20 (HE)	0 (HE)	30 (HE)
Proteína (%)	0 (HP)	20 (HP)	0 (IP)	40 (IP)	30 (HP)

IE = Isoenergética; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica; HP = Hipoproteica

No processo de realimentação, a dieta foi composta 60% de feno de braquiária e 40% de concentrado à base de milho moído e farelo de soja. O consumo de matéria seca (MS) foi calculado com base no peso vivo (PV) dos animais, considerando 2,8% do PV. A ração foi calculada para, além de atender as exigências nutricionais basais dos animais, ser suficiente para promover um ganho de peso diário (GPD) de 180 g/d; e para garantir uma adequada nutrição, ela foi formulada com 70,6% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 15% de proteína bruta (PB), além de água à vontade. Todos os grupos receberam a mesma quantidade de nutrientes, energéticos e proteicos, a fim de promover uma possível recuperação dos animais dos efeitos da restrição ao qual foram submetidos. A análise do perfil metabólico de caprinos nesse segundo momento, visou avaliar os possíveis metabólitos bioquímicos que venham a indicar a recuperação do status energético e proteico dos animais.

Para avaliação hematológica e do perfil metabólico foram coletadas amostras de sangue nos dias 1 (T1R), 7 (T7R), 14 (T14R), 21 (T21R), 28 (T28R), 35 (T35R) e 42 (T42R).

4.2.3. COLHEITA E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

O sangue foi coletado por venopunção jugular, por meio de seringas de 10 ml e agulhas 25x8, descartáveis, e colocado em tubos sem anticoagulante e contendo fluoreto de sódio, para obtenção de soro e plasma, respectivamente. As amostras foram centrifugadas e acondicionadas em microtubos, e armazenadas a -20°C, onde posteriormente foram feitas as análises.

O plasma fluoretado foi utilizado para determinação das concentrações de glicose, enquanto nas amostras de soro avaliamos a ureia, creatinina, proteína total, albumina, triglicérides, colesterol, e atividades das enzimas GGT, AST e CK.

As técnicas utilizadas para o processamento das amostras estão descritas na tabela 3. Todas as análises foram processadas em analisador bioquímico automático (HumaStar 80[®]), no Laboratório de Anestesiologia Experimental do Departamento de Ciência Animal da Universidade Federal Rural de Mossoró – UFERSA, utilizando-se kits comerciais específicos (VIDA Biotecnologia[®]) para cada variável.

Tabela 3 – Técnicas utilizadas no processamento das amostras

Perfil	Variável	Metodologia	Componente
Energético	Glicose	Glicose oxidase	Plasma
	Colesterol	Teste enzimático e colorimétrico	Soro
	Triglicérides	Teste enzimático colorimétrico	Soro
Proteico	Proteína total	Método do Biureto	Soro
	Ureia	Técnica da uréase	Soro
	Albumina	Verde de bromocresol	Soro
	Creatinina	Método cinético colorimétrico	Soro
	Globulinas	Diferença entre a proteína total e albumina	Soro
Enzimas	CK	Teste Cinético-UV	Soro
	AST	Teste Cinético-UV	Soro
	GGT	Teste Cinético-UV	Soro

4.2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi processada com auxílio do programa estatístico Statistical analysis system - SAS.

Os dados obtidos durante o período experimental foram analisados quanto a sua distribuição pela prova de Kolgomorov-Sminorv e avaliada a homogeneidade das variâncias.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento PROC MIXED, para medidas repetidas no tempo, sendo estudado para cada variável o efeito de tratamento, tempo e interação entre tratamento e tempo. Sendo considerado o critério de Akaike (AIC) para a escolha da melhor estrutura de covariância. Após a escolha da melhor estrutura de covariância foi analisado o efeito de tempo entre os momentos estudados pela comparação de medias pelo teste de Duncan.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Glicose

A concentração de glicose no sangue normalmente é regulada pelos hormônios insulina e glucagon, mas também pode ser influenciada por outros fatores (SMITH, 2006). Os valores de referência apresentados para a espécie caprina situam-se entre 50-75 mg/dL (SMITH; SHERMAN, 2009). A análise dos resultados experimentais evidencia oscilações dentro dos valores de referência para a espécie, apenas os grupos G2 e G5 apresentaram médias abaixo dos referidos valores (Tabela 4), neste caso, tem-se, respectivamente, o fornecimento de dietas hipoproteicas/isoenergéticas e hipoproteicas/hipoenergéticas durante o período de restrição, ou seja, em ambas as situações se evidencia o envolvimento de dietas hipoproteicas, no entanto, agravando-se no segundo caso.

Tabela 4: Valores da glicose (g/dL) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenergética e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1	70,4±8,2 ^{Aa}	67,2±8,7 ^{ABab}	62,6±6,1 ^{ABab}	59,0±3,9 ^{BCa}	56,0±4,7 ^{Cb}
T7	56,0±8,9 ^b	57,2±5,1 ^c	58,0±4,9 ^{abc}	57,4±4,3 ^{ab}	57,8±8,5 ^{ab}
T14	69,8±4,3 ^{A^a}	64,0±4,3 ^{ABCab}	66,8±5,7 ^{ABa}	60,4±2,7 ^{BCa}	59,8±5,3 ^{Cab}
T21	60,2±10,4 ^{ab}	61,8±10,3 ^{abc}	54,8±10,0 ^{bc}	64,6±10,6 ^a	68,4±12,1 ^{ab}
T28	53,6±8,1 ^b	47,8±3,9 ^d	52,4±3,5 ^c	50,8±5,0 ^b	47,5±2,0 ^c
T35	59,6±7,2 ^{ab}	58,8±6,0 ^{abc}	62,8±8,6 ^{ab}	59,2±4,0 ^a	58,0±5,0 ^{ab}
T42	59,6±5,1 ^{ab}	54,0±5,8 ^{cd}	56,0±4,3 ^{bc}	58,0±2,2 ^{ab}	60,2±5,2 ^{ab}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

Os números sugerem um papel importante da proteína na biodisponibilização da glicose. Cientes que a principal fonte de glicose para os ruminantes é o propionato, através do processo de gliconeogênese (YOUNG et al., 1989) e que durante a passagem dos alimentos pelo rúmen, parte da proteína é degradada pelas proteases, posteriormente catabolisados em

aminoácidos e, por fim, em amônia, ácidos graxos e CO₂ estes produtos formados no rúmen, em particular a amônia, são usados por microorganismos na presença de fontes de energia (carboidratos) para a síntese de proteína (KOZLOSKI, 2011). Assim, em última análise, a dieta hipoproteica que precedeu a realimentação nos grupos supracitados, limitou a disponibilização de proteína para os microorganismos ruminais, limitando, possivelmente sua multiplicação e o desenvolvimento do mecanismo acima transcrito.

4.3.2. Colesterol

Os níveis de colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídios do plasma, correspondendo a aproximadamente 30% do total (GONZALES; SCHEFFER, 2002). Além deste, fosfolipídeos e triglicerídeos compõem a porção lipídica do plasma. O colesterol possui origem exógena, resultante dos alimentos ingeridos, ou endógena, quando sintetizado a partir do metabolismo do Acetil-CoA no fígado, nas gônadas, no intestino e na pele (GONZALES; SILVA, 2006).

Os resultados apresentados na Tabela 5 apontam diferenças estatística entre os grupos. Dentre estes, os tratamentos G3 e G5, apresentaram em comum, dietas hipoenergéticas respectivas de 20 e 30% na fase de restrição, o que promoveu diminuição nos níveis de colesterol. O tratamento G5 além de hipoenergético também era caracterizado como hipoproteico, neste caso, supõe-se que a baixa ingestão de proteína comprometeu a atividade dos microorganismos no rúmen diminuído também a síntese dos carboidratos.

Mesmo após a readequação do nível de energia e proteína durante a realimentação, não houve a normalização nos níveis de colesterol nos tratamentos G4 e G5, em nenhum dos momentos experimentais, ficando abaixo dos valores de referência (80 - 130mg/dL) sugeridos por KANECO et al. (2008), evidenciando que os 42 dias sob dieta isoenergética e isoproteica não foram suficientes para o reequilíbrio dos níveis adequados de lipídios plasmático com animais sob as condições descritas anteriormente. Nos demais grupos, só houve o restabelecimento dos níveis normais desse metabólito a longo prazo, em torno dos 35 dias.

Trindade Júnior et al. (2015), estudando ganho compensatório de novilhas após período de restrição alimentar obteve valores superiores aos deste ensaio (141,31 mg/dL) no 110º dia de realimentação. Já Homem Júnior et al. (2010) estudando o ganho compensatório de cordeiros confinados e alimentados com grãos de girassol obteve valores próximos aos achados nesse estudo dentro do período de realimentação (65 mg/dL). Outro fator que se destaca neste estudo foi verificado no momento T21, quando se verificou redução dos níveis

de colesterol em todos os tratamentos, essa redução ocorreu, possivelmente, devido a transição na metabolização da energia endógena pela exógena, oriunda da alimentação. Pois a ingestão do colesterol exógeno inibe a biossíntese desse metabólito pela via endógena (GONZALES; SILVA, 2006).

Tabela 5: Valores de colesterol (mg/dL) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenergética e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1R	71,8±15,1 ^{Aab}	64,0±13,0 ^{AB}	65,4±11,6 ^{ABbc}	57,2±3,8 ^{ABabcd}	52,8±9,3 ^B
T7R	87,2±17,6 ^{Aab}	64,2±16,6 ^{AB}	61,6±15,9 ^{Bc}	69,0±11,9 ^{Aba}	61,6±21,4 ^{Bab}
T14R	72,6±21,2 ^{Aab}	64,2±10,9 ^{AB}	68,6±4,3 ^{ABabc}	52,6±9,5 ^{Bbcd}	56,0±14,0 ^{AB}
T21R	63,8±17,2 ^{Ab}	54,6±25,1 ^B	58,8±9,1 ^{ABc}	49,4±11,7 ^{ABd}	48,4±9,3 ^{ABb}
T28R	71,0±10,9 ^{Aab}	60,0±11,2 ^{AB}	62,4±8,0 ^{Abc}	51,8±6,7 ^{Bcd}	59,0±17,5 ^{ABab}
T35R	89,6±17,4 ^{Aa}	80,0±23,3 ^B	76,6±8,2 ^{ABab}	64,0±8,8 ^{Babc}	76,2±12,0 ^{ABa}
T42R	82,6±17,0 ^{ab}	82,2±26,0	81,0±7,8 ^a	65,4±8,7 ^{ab}	68,0±15,2 ^{ab}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

4.3.3. Triglicerídeos

Araújo e Silva (2008), recomendaram para caprinos valores de referência para triglicerídeos entre 23,1 – 33,5 mg/dl. A lipólise dos triglicerídeos é determinada pela mobilização da gordura previamente armazenada e a liberação de ácidos graxos e glicerol na circulação sanguínea (SILVA et al., 2018). Avaliando-se os resultados descritos abaixo (Tabela 6), estima-se que durante a fase de restrição houve mobilização de gordura corporal para atendimento dos níveis adequados, principalmente de energia, o que de acordo com Borges et al. (2009), também levaria a um aumento dos ácidos graxos não esterificados (AGNE), os AGNE's por sua vez, podem ser utilizados para produção de energia pela via não glicogênica, ocorrendo também a diminuição da produção do ácido propiônico e conseqüentemente da formação de glicose, com menor formação de oxalacetato, substância

necessária para que os ácidos graxos livres (AGL) sejam aproveitados para a produção de energia, levando assim, ao acúmulo dos AGL's causando aumento dos corpos cetônicos ou ao destes na forma de lipoproteínas. O aumento de AGNE's contribuiria para que houvesse acúmulo de triglicerídeos (NAVARRE; PUGH, 2002). Compreende-se que com o reestabelecimento dos níveis adequados de energia e também de proteína durante o período de realimentação levaram a uma menor metabolização de gordura e, portanto, menor acúmulo de triglicerídeos.

Tabela 6: Valores de triglicerídeos (mg/dL) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenergética e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1R	36,3±17,0 ^{Aa}	22,8±6,5 ^{Ba}	29,4±8,7 ^{Aba}	22,0±4,2 ^{Ba}	22,4±3,1 ^B
T7R	22,2±5,2 ^b	17,0±3,0 ^{ab}	13,6±2,6 ^{bc}	20,0±7,5 ^{ab}	22,4±18,2
T14R	19,0±5,0 ^b	16,0±4,6 ^b	16,8±3,1 ^{bc}	17,8±4,5 ^{abc}	18,6±4,6
T21R	17,0±4,5 ^b	14,2±2,6 ^b	14,6±3,3 ^{bc}	13,0±1,8 ^c	13,2±2,5
T28R	18,0±3,1 ^{Ab}	16,2±3,0 ^{ABb}	13,0±3,9 ^{Bc}	15,4±0,8 ^{ABbc}	13,2±3,4 ^B
T35R	26,4±9,6 ^{ab}	19,8±3,9 ^{ab}	16,8±3,4 ^{bc}	14,8±3,5 ^{bc}	13,2±1,3
T42R	14,8±4,0 ^b	17,8±5,3 ^{ab}	20,4±6,6 ^b	14,6±2,7 ^{bc}	18,8±4,9

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

4.3.4. Ureia

No que se refere a ureia, seus valores plasmáticos de referência para caprinos situam-se entre 21 e 42,8 mg/dL (KANEKO, 2008), estando diretamente relacionados aos níveis de ingestão de proteína e com o metabolismo da microbiota ruminal, sendo um metabólito adequado, quando se estuda o status proteico em ruminantes (HERDT, 2000).

A análise dos resultados nos momentos T1 dos grupos G2, G3 e G5 apresentaram diferença estatística, com o tratamento G3 apresentando menores médias nos níveis sorológicos de ureia, conforme a Tabela 7. Cabe lembrar que os níveis baixos desse metabólito nesse tempo, está correlacionado ao intervalo entre a restrição nutricional e a

realimentação. Outro fator que pode influenciar os níveis de ureia é a ingestão de energia na dieta, esse componente dá aos microrganismos condições favoráveis para o seu crescimento e metabolismo, podendo influenciar os níveis de ureia no soro (CONTRERAS et al., 2000).

Isso explica o fato do tratamento G3 no momento T1 apresentar os menores níveis, pois mesmo sendo um grupo que tinha os níveis de proteína ideal, tinha uma dieta deficiente em energia no período de restrição alimentar, além disso, animais jovens e em fase de crescimento, apresentam maior exigência nutricional.

Houve diferença estatística no momento T35, tratamentos G2 e G4, onde o G2 apresentou menor média para esse metabólito. Quando comparando os tempos, com exceção dos tratamentos G1 e G3 todos os outros grupos apresentaram aumento de valores em suas médias a partir do momento T7, no entanto, nos tratamentos G1 e G3, essa tendência só aconteceu a partir do momento T21. A média mais baixa no grupo G1 pode ser explicada devido ao fato dos animais desse bloco terem ingerido menores quantidades de proteína (restrição hipoproteica 40%), expostos assim, a um maior desafio no aporte proteico no período de restrição alimentar.

Os limites máximos desse parâmetro foram alcançados no momento T42, onde a dieta de realimentação promoveu aumento gradativo nos valores de ureia sorológica. Resultados semelhantes (40,08 mg/dL) foram encontrados por Santos et al. (2018) em seu estudo com cabras lactantes alimentadas com dieta com glicerina bruta proveniente de óleo de fritura e Homem Júnior et al. (2010), estudando o ganho compensatório de cordeiros confinados e alimentados com grãos de girassol obtendo valores médios de 46,5 mg/dL.

A ureia é um metabólito que indica o status proteico do animal em curto prazo. No presente ensaio os seus níveis tiveram aumentos ao longo de todos os tempos, sendo assim, um parâmetro adequado para se avaliar o perfil proteico dos animais em realimentação.

Tabela 7: Valores de ureia (mg/dL) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenérgica e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1	22,4±3,6 ^{ABbc}	17,0±6,7 ^{Abc}	14,6±7,5 ^{Bc}	20,8±7,5 ^{ABc}	28,2±15,2 ^{Ab}
T7	19,0±2,7 ^{Bc}	32,2±11,4 ^{Ab}	22,0±1,7 ^{ABbc}	28,0±8,0 ^{ABbc}	24,4±9,7 ^{ABb}
T14	22,7±3,8 ^{bc}	30,8±11,0 ^b	22,7±5,5 ^{bc}	26,4±8,1 ^{bc}	25,2±7,3 ^b
T21	29,4±9,3 ^{bc}	33,8±13,6 ^b	27,0±7,9 ^b	30,2±10,2 ^{abc}	28,0±5,1 ^b
T28	31,6±12,5 ^b	32,0±3,3 ^b	31,6±7,8 ^{ab}	36,4±5,3 ^{ab}	35,6±3,2 ^b
T35	29,4±9,8 ^{Abc}	10,6±8,1 ^{Bc}	20,7±10,5 ^{ABbc}	21,6±3,8 ^{Abc}	26,8±2,3 ^{Ab}
T42	46,5±6,4 ^a	50,8±8,0 ^a	40,2±7,6 ^a	41,4±16,6 ^a	57,8±16,6 ^a

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenérgica; IP = Isoproteica.

4.3.5. Albumina

Comparando-se os grupos, pode-se observar a ocorrência de diferenças significativas nos momentos T7 e T21 entre os tratamentos G2 e G4, onde o G2 apresentou menores médias nos dois tempos. E que, a partir do momento T28 o tratamento G5 apresentou médias superiores aos outros, conforme tabela 8.

Assim como os níveis da ureia sérica, a albumina também pode aumentar ou diminuir de acordo com a quantidade de proteína bruta ingerida, o que explica valores menores de albumina no grupo G2, que mesmo recebendo uma dieta estável, quanto aos níveis de energia e proteína, durante a realimentação, não conseguiu reestabelecer os níveis ideais desse metabolito aos 21 dias pós-restrição alimentar.

Em ruminantes, esta adaptação, levaria cerca de 30 dias (HANDRICK et al, 2000). Ao contrário da ureia, que caracteriza o status proteico do animal em curto prazo, a albumina indica esse status a longo prazo (PEYNE e PEYNE, 1987). Razão pela qual os níveis séricos da albumina ainda permaneceram baixo.

Aos 28 dias de realimentação os níveis de albumina mantiveram-se superiores até a última coleta (T42). Os resultados encontrados demonstram que a albumina é um bom

metabolito para demonstrar o status proteico de caprinos submetidos a longo período de restrição alimentar e posteriormente realimentado a partir dos 28 dias de realimentação.

Tabela 8: Valores de albumina (g/dL) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenergética e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1	4,4±0,4 ^{ab}	3,9±0,1 ^b	4,3±0,6 ^{bc}	4,3±0,6 ^{bc}	4,0±0,2 ^c
T7	4,2±0,6 ^{Babc}	4,2±0,8 ^{Bab}	4,2±0,2 ^{Bbc}	5,2±0,1 ^{Aa}	4,2±0,7 ^{Bc}
T14	3,9±0,2 ^{bc}	3,9±0,3 ^b	4,1±0,6 ^c	4,1±0,2 ^c	4,4±0,3 ^{ac}
T21	3,7±0,4 ^{Bc}	3,8±0,1 ^{Bb}	4,0±0,3 ^{Bc}	4,9±0,7 ^{Ab}	4,1±0,2 ^{Bc}
T28	4,4±0,35 ^{Bab}	4,5±0,3 ^{Aba}	4,3±0,2 ^{Bbc}	4,7±0,1 ^{ABabc}	4,9±0,2 ^{Aab}
T35	4,6±0,2 ^{Ba}	4,7±0,1 ^{Ba}	5,3±0,3 ^{Aa}	4,8±0,2 ^{Bab}	5,2±0,2 ^{Aa}
T42	4,7±0,1 ^{Ba}	4,8±0,2 ^{Ba}	4,8±0,1 ^{Bab}	4,9±0,1 ^{ABab}	5,1±0,2 ^{Aa}

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

4.3.6. Creatina-quinase (CK)

Na comparação entre os grupos houve diferenças estatísticas entre os tratamentos G3 e G4 apenas no momento T42, onde o tratamento de restrição alimentar foi de 40% na redução de proteína bruta com média de 133,4 U/L. Na comparação entre os tempos a diferença estatística aconteceu no G3 no momento T7 e no G4 no momento T1, evento que apresentou menores médias de acordo com a tabela 9.

A CK tem atividade associada ao tecido muscular, tanto esquelético quanto cardíaco, atuando na fosforização da creatinina e seus níveis são aumentados nos casos de perda do tecido muscular de cunho nutricional (GONZÁLEZ, 2000).

Os níveis de CK foram normalizados a partir do momento T7 no tratamento G4 e no momento T1 para os outros tratamentos, podendo esse metabólito indicar o status proteico de caprinos em realimentação em um período, menos de sete dias.

Tabela 9: Valores de CK (U/L) sob a influência da realimentação em caprinos, por um período de 42 dias, após dieta restritiva hipoenergética e/ou hipoproteica.

	G1 IP - HE (40%)	G2 IE - HP (20%)	G3 IP - HE (20%)	G4 IE - HP (40%)	G5 HP - HE (30%)
T1	143,2±36,6 ^a	151,0±50,9	142,0±62,0 ^{ab}	75,4±25,1 ^b	149,6±96,7
T7	106,0±34,4 ^b	109,0±16,4	134,0±27,3 ^b	113,8±29,9 ^{ab}	141,6±24,5
T14	150,8±26,1 ^a	174,0±68,4	200,0±68,4 ^{ab}	153,4±68,7 ^a	150,4±44,5
T21	158,8±26,1 ^a	168,0±60,6	167,8±72,4 ^{ab}	130,2±35,7 ^{ab}	184,4±94,7
T28	152,0±16,0 ^a	145,0±29,0	168,0±49,3 ^{ab}	128,6±19,2 ^{ab}	151,6±84,5
T35	161,2±32,9 ^a	175,8±58,6	171,6±44,6 ^{ab}	116,6±32,9 ^{ab}	127,2±32,2
T42	158,2±7,3 ^{ABa}	176,2±42,7 ^{AB}	224,8±73,4 ^{Aa}	133,4±47,5 ^{Bab}	196,4±55,0 ^A

Letra maiúscula na linha diferença entre grupos. Letra minúscula na coluna, diferença entre tempos. G1 = Grupo 1; G2 = Grupo 2; G3 = Grupo 3; G4 = Grupo 4; G5 = Grupo 5; IE = Isoenergética; HP = Hipoproteica; HE = Hipoenergética; IP = Isoproteica.

4.3.7. AST, GGT e creatinina

No presente ensaio os níveis de AST e GGT estiveram dentro dos parâmetros normais, não sendo detectadas alterações dessas variáveis na etapa de realimentação, não sendo destacadas lesões hepáticas. Assim também, os níveis de creatinina no processo de realimentação estiveram dentro dos padrões normais, estudos indicam que esse metabólito no organismo animal sempre tende para padrões constante, e pouco depende da nutrição, principalmente no consumo de proteína (GONZÁLEZ et al., 2000).

4.4. CONCLUSÃO

O período de realimentação de 42 dias, após igual período de restrição alimentar, mostrou-se insuficiente para o reestabelecimento dos valores de referência nas variáveis glicose e triglicerídeos.

Os grupos mantidos com dietas hipoproteicas apresentaram maiores dificuldades para o reestabelecimento desses valores.

Este comportamento sugere que, animais que passem por algum tipo de estresse alimentar, necessitam de um tempo superior a 42 dias de realimentação para reestabelecimento do perfil metabólico, na espécie caprina.

Os metabolitos proteína total, globulinas, creatinina, AST e GGT, não foram significativos durante a realimentação, sugerindo não serem bons indicadores do perfil metabólicos de caprinos confinados.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, D. Planned beef production and marketing. Londres: Edmundsbury Press, 2000. 232 p.
- ALVES, D.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 98, p. 61-67, 2003
- ALVES, M.; GONZÁLEZ, F.; CARVALHO, N. Feeding dairy cows with soybean byproducts: effects on metabolic profile. Revista Ciência Rural, v.34, n.1, p.239-243, 2004.
- ARAÚJO G. G. L.; ALBUQUERQUE S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semiárido do nordeste. Simpósio Brasil, p. 1-25, 2006.
- BEZERRA, L.R. Desempenho e comportamento metabólico de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de *Spirulina platensis* diluída em leite de vaca. 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no semiárido) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- BLUM JW, SCHNYDER W, KUNZ PL, BLOM AK, BICKEL H, SCHÜRCH A. Reduced and compensatory growth: Endocrine and metabolic changes during feed restriction and refeeding in steers. Journal of Nutrition. 1985; 115(4): 417-424.
- BORGES, J. R. J., DE GODOY, R. F., XIMENES, F. B., DE CASTRO, M. B., MUSTAFA, V. M., RECKZIEGEL, G., & NOVAIS, E. D. P. F. (2009). Doenças hepáticas em ovinos e caprinos. Ciência Animal Brasileira.
- BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. H. D.; RIBEIRO, L. A. O.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros no sul do Brasil: variações na gestação e lactação. Revista Ciência Rural, v.36, n.3, p.942-948, 2006.
- CONTRERAS, P. A.; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Ed.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.75- 88, 2000.
- DANTAS, W. M. F.; RIBEIRO FILHO, J. D.; GUIMARÃES, J. D.; FARIAS, S. K.; GUIMARÃES, S. E. F.; SARAIVA, A., OLIVEIRA, T. T. Perfil eletrolítico e peso corporal

em suínos submetidos a dietas com diferentes teores de fósforo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, n.10, p.1205-1210, 2010.

GONZÁLEZ FHD. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS. 1997; 25:13-33.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CONCEIÇÃO, T. R.; SIQUEIRA, A. J. S. et al. Variações sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. A Hora Veterinária, n.117, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil Sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: ORTOLANI, E. L.; GONZÁLEZ, F. H. D.; BARROS, L.; CAMPOS, R. (Ed.). Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina). Gramado: Anais do curso realizado no 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária, p. 5-17. 2002.

GONZALEZ, F. H. D.; SILVA, S.C. Introdução a bioquímica clínica veterinária. 2º ed. Porto Alegre, UFRGS, P.358, 2006.

HERDT, T. H. Metabolic diseases of ruminant livestock. The Veterinary of Clinics of North America-Food Animal Practice, 2000.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; GONSALVES, J. S.; SANTOS, V. C.; SATO, R. A. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, 2010.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology, v.19, p.121-132, 2000.

KANEKO J. J. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, San Diego. 932p, 2008.

KOZLOSKI, G. V. Bioquímica dos ruminantes. 3ª ed. Revista e ampliada. Santa Maria: Editora da UFSM, 2011

LIBARDO MA, ALVAREZ JC, GARAY OV. Analisis del perfil metabolico de hembras ovinas criollas gestantes en condiciones de pastoreo extensivo. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 2011; 21(4): 335-339.

- LIMA, A., SUCUPIRA, M., & ORTOLANI, E. (2011). Bovinos submetidos a dietas deficientes em energia por longo período: desempenho animal e sua relação com os teores de T3 e IGF-1. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 48(1), 19-26.
- MARTIN, G.B., et al., Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 2004. 82-83: p. 231-246.
- PAYNE JM, PAYNE S. *The metabolic profile test*. Oxford: oxford University Press; 1987.
- PAYNE, J. M.; DEW, S. M.; MANSTON, R.; FAULKS M. The use of metabolic profile test in dairy herds. *The Veterinary Record*, v.87, p.150-158, 1970.
- RIBEIRO, L. A. O.; GONZÁLEZ, F. H. D.; CONCEIÇÃO, T. R. et al. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. *Acta Scientiae Veterinariae*. v.31, n.3, p.167-170, 2003.
- SAINZ, R. D.; DE LA TORRE, F.; OLTJEN, J. W. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 10, p. 2971-2979, 1995.
- SANTOS, C. B.; ARAUJO, M. J.; BEZERRA, L. R.; MARQUES, C. A. T.; TORREÃO, J. N. C.; FREITAS, N. E.; OLIVEIRA NETO, C, B.; MORAIS, J. S. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de cabras lactantes alimentadas com dietas contendo glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel proveniente de óleo de fritura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária de Zootecnia*, 2018.
- SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, n.24. 2001.
- SMITH, M. C. *Book Reviews*. *The Journal of Product Innovation Management*, 2006.
- SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. *Goat medicine*. Willy-Blackwell Publication, 2009.
- SOMMER, H. The role of the metabolic profile test in the control of cattler freeing. *Magyar Allatorvosok Lapja*, V.10 p., 714-717, 1995.
- TRINDADE JÚNIOR, G.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; NEGRÃO, J. A.; BARROSO, D. S.; DIAS, D. L. S.; COSTA, P. B. Ganho compensatório de novilhas mestiças suplementadas em pastagem sob avaliação do perfil hormonal e parâmetros sanguíneos. *Semina: Ciências Agrárias*, 2015.

VIEIRA AC, CÂMARA AC, MENDONÇA CL, AFONSO JAB. Perfil hematológico e bioquímico de ovinos suplementados com salinomicina submetidos à acidose láctica ruminal. *Ciência Animal Brasileira*. 2012, 13(2): 259-271.

YOUNG, J. W.; AMARAL, D. M.; VEENHUIZEN, J. J. Exogenous Glucose in Dairy Cows at Energy Equilibrium 1. *Journal of Dairy Science*, v. 73, n. 5, p. 1244-1254, 1989.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restrição nutricional de caprinos confinados com dietas hipoproteica e hipoenergéticas em diferentes níveis, por período de 42 dias, promoveu alterações nos níveis de alguns metabolitos.

Dentre as variáveis analisadas, a glicose, a proteína total e albumina, não se mostraram eficientes para detectar as carências propostas nas dietas restritivas, enquanto que o colesterol, triglicerídeos, ureia e globulinas permitiram a identificação de carências proteico-energéticas de curto e médio prazo.

A realimentação de caprinos confinados com dieta hiperproteica e hiperenergéticas por período de 42 dias, após restrição nutricional com diferentes níveis de energia e proteína, também por período de 42 dias, promoveu o reestabelecimento dos níveis de alguns metabolitos de caráter proteicos e energéticos.

Fica evidenciado que os metabolitos de caráter energéticos: glicose, colesterol e triglicerídeos são bons indicadores do perfil energético de caprinos em realimentação.

Metabolitos de caráter proteicos: ureia, albumina, creatina quinase são bons indicadores do perfil proteico de caprinos em realimentação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE-MONTEMAYOR, HM et al. Alimentos alternativos para pequenos ruminantes em zonas semi-áridas, o caso de Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) E Nopal (*Opuntia* spp.). *Small Ruminant Research*, v.98, p.83-92, 2011.

GOMES, H.F.B. Desempenho, características de carcaça e modelos de predição da composição tecidual em caprinos de diferentes grupos raciais. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 130p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2008.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ F. H.; BARCELLOS, J.; PATINO, H. O.; RIBEIRO, L. A. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais, 2000.

GONZALEZ, F.H.; BARCELLOS, J.O.J.; OSPINA PATINO, H.; RIBEIRO, L.A.O. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

INGRAHAM, R. H.; KAPPEL, L. C. Metabolic profile testing. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v. 4, n. 2, p. 391-409, 1988.

KELLY, J. M. The use of metabolic profiles in dairy cows. *Cattle Practice*, v.18, n.1, p.46-48, 1996.

KELLY, J. M. The use of metabolic profiles in dairy cows. *Cattle Practice*, v.18, n.1, p.46-48, 1996.

MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research*, v.60, n.2, p.25–43, 2005.

TÉLLEZ, C. W. Relevancia de los indicadores bioquímicos en la evaluación del estado nutricional. **Biofarbo**, v.3, n.3; p.21-22, 1994.

WITWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.9-22, 2000a.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D., BARCELLOS, J. O., OSPINA, H. et al. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.53- 62, 2000b.