



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

DANIEL BOMFIM MANERA

**Misturas minerais oriundas de resíduos salinos sólidos
para cordeiros**

Petrolina-PE
2013

Daniel Bomfim Manera

Misturas minerais oriundas de resíduos salinos sólidos para cordeiros

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

DANIEL BOMFIM MANERA

**Misturas minerais oriundas de resíduos salinos sólidos
para cordeiros**

Trabalho apresentado a Universidade
Federal do Vale do São Francisco-
UNIVASF, Campus Ciências Agrárias
como requisito da obtenção do título de
mestre em Ciência Animal

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Vinhas
Voltolini

Co-Orientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro
Menezes

Petrolina-PE
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIEL BOMFIM MANERA

**Misturas minerais oriundas de resíduos salinos sólidos
para cordeiros**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

(Daniel Ribeiro Menezes, Dr. em Zootecnia - Univasf).

(Mário Adriano Ávila Queiroz, Dr. em Ciência Animal e Pastagem - Univasf).

(Fábio Nunes Lista, Dr. em Ciência Animal - Univasf).

Petrolina, 28 de fevereiro de 2013.

M274m Manera, Daniel B.
Misturas minerais oriundas de resíduos salinos sólidos para
cordeiros / Daniel Bonfim Manera. -- Petrolina, 2013.
Xv, 69 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade
Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias,
Petrolina-PE, 2013.
Orientador: Prof. Dr. Tadeu Vinhas Voltolini.

Referências.

1. Nutrição animal. 2. Ovino. I. Título. II. Voltolini, Tadeu Vinhas.
III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.0852

Dedico

À minha família:
A minha mãe Valdira, meu
pai Guiseppe (in memoria),
aos meus irmãos Sara e
Victor.

À minha noiva Lilia

Agradecimentos

À minha mãe que me apoiou e cobrou para que eu atentasse aos prazos deste trabalho; ao meu irmão Victor que além do apoio, compartilhou comigo o estafante trabalho de tabulação dos dados e minha irmã Sara, que mesmo longe, me incentivou nos estudos.

À minha noiva que teve paciência nos períodos em que me ausentei.

À equipe do programa “Água Doce” pela disponibilidade na coleta de amostras.

Aos técnicos do Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido (Emanoel, Adalberto, Hélio, Emanoel, Alexandre, Gilberto) que pacientemente me ensinaram e auxiliaram na realização das análises.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição Animal e Agroambiental da Embrapa Semiárido (Katarina, Maylane, Pedro, Carol, Fernanda, Renata, Jair, Ricardo, Ítalo, Fleming, Daiane), e ao laboratorista Alcides Amaral.

Ao Dr. Tadeu Vinhas Voltolini meu orientador que com atenção, cuidado e exigência ajudou na elaboração deste trabalho.

Ao co-orientador Daniel Ribeiro Menezes pela contribuição na execução no trabalho.

Ao professor Gherman Garcia Leal de Araújo pela atenção e sugestões úteis.

A Embrapa Semiárido pela disponibilidade do Setor de Metabolismo Animal e dos laboratórios de Nutrição Animal e Solos.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

(FACEPE) pela concessão da bolsa de estudo.

RESUMO

A baixa concentração de minerais na dieta de ruminantes tem afetado o desempenho dos mesmos sendo verificada baixa taxa de fertilidade, crescimento e baixa produção de leite. Embora a suplementação mineral seja necessária aos animais na região semiárida é baixa a sua utilização em virtude do preço elevado e da baixa disponibilidade de fontes minerais. É neste contexto que a região semiárida apresenta fontes minerais que atualmente são tratadas como poluentes ambientais, mas que se avaliadas e verificadas as possibilidades poderão ser incluídas nos suplementos minerais. Desta forma o objetivou-se com este estudo avaliar a composição mineral de águas salinas e do rejeito da dessalinização, os resíduos salinos sólidos (RSS) oriundos de águas salinas ou salobras, do rejeito da dessalinização, de tanques aquícolas, bem como da erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). Além disso, foi comparado o consumo voluntário e a digestibilidade aparente *in vivo* da matéria seca e nutrientes de cordeiros submetidos a três suplementos minerais, em que o primeiro foi confeccionado com RSS de tanque aquícola, o segundo com RSS oriundo de água salina e a “testemunha”, que correspondeu a um suplemento mineral comercial. No primeiro estudo, foram coletadas dez amostras de água salina, erva-sal, RSS provenientes de tanques aquícolas, quatro amostras de rejeito e de RSS do rejeito, bem como doze amostras de RSS proveniente de água salina. Em todas as fontes salinas avaliadas foram observadas grandes variações de minerais, além de baixa concentração dos principais macro e micro minerais encontrados nos suplementos comerciais de ruminantes. Também foi observada a presença de metais pesados em amostras de erva-sal e dos RSS de águas salinas e rejeito da dessalinização. Dentre as amostras analisadas, o RSS da água salina e do rejeito da dessalinização apresentaram concentrações de sódio e cloro, já o RSS proveniente de tanques aquícolas apresentou como destaque os teores de nitrogênio e Ca. No segundo estudo que teve duração de 20 dias foram utilizados 24 ovinos, machos, castrados com peso corporal de $(19,72 \pm 2,52 \text{ kg})$. Os suplementos minerais avaliados não influenciaram o consumo e a digestibilidade da matéria seca e nutrientes, além de não ter afetado a ingestão de água e o consumo de sal mineral. Os animais consumiram potássio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, cloro, cobre, ferro, manganês e zinco, além de suas necessidades diárias, com exceção do S no tratamento RSS rejeito que teve consumo de acordo com as exigências dos animais, porém dentro da faixa limite de ingestão diária para evitar intoxicações. Em conclusão, as fontes salinas avaliadas são heterogêneas na composição mineral, tendo em geral baixa concentração em relação às fontes minerais tradicionais e, em alguns casos há a presença de metais pesados, porém seu uso ao animal não é impossibilitado. Os suplementos minerais confeccionados a partir dos RSS de tanques aquícolas e das águas salinas não prejudicaram o consumo de alimentos, nutrientes e água, tão pouco a digestibilidade dos nutrientes, o que sinaliza a possibilidade de uso dessas matérias-primas na elaboração de misturas minerais para ovinos.

Palavras chave: água salina. erva-sal. ovinos. rejeito da dessalinização. suplemento mineral.

ABSTRACT

The inadequate concentration of mineral in ruminant diets may affect their productive performance, verifying low fertility rate, inadequate growing and low milk production. In Semi-arid region mineral deficiencies are higher due to low natural fertility of soils impacting on mineral levels of forages and consequently promoting low mineral intake for animals. However, mineral supplementation is necessary for animals, in Semi-arid its use is poor because the high price and low availability. In this context, the semi-arid region presents mineral sources considerate environmental pollutants, but if evaluated and verified their possibilities may be include in mineral supplements. Thus, the objective of this present trial was to evaluate the mineral composition of salt water, brakish water, saline solid residues (SSR) from salt water, brakish water, aquaculture ponds and old man saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.). Besides, was compared the voluntary food intake and in vivo apparent digestibility of dry matter and nutrients for lambs submitted to three mineral supplements, where the first was made with SSR from brackish water, the second with SSR from salt water and 'the control', a commercial supplement. Ten samples were collected from saline water, salt bush, RSS from aquaculture ponds were also collected four samples of brackish water and RSS from brackish water and twelve samples from saline water. For all salt sources evaluated were observed large mineral variation, besides there were low concentration of main minerals used in commercial supplements. The presence of heavy metals were also observed in oldman salt bush and SSR from brackish water and from salt water. Among the samples analyzed, the RSS from salt water and from brackish water presented high concentration of sodium and chlorine and the SSR from aquaculture ponds present high nitrogen and Ca levels. In the second study, that lasted 20 days. Twenty four castrated male lambs were used, weighting ($19,72 \pm 2,52$ kg). Mineral supplements did not influence the food intake and digestibility of dry matter and nutrients, besides water and salt intake. The consumption of potassium, magnesium, sulfur, sodium, chlorine, phosphorus, calcio, copper, iron, manganese and zinc by lambs were above their daily requirements, but inside of limit range for avoid intoxications. In conclusion, the saline sources evaluated are heterogeneous for mineral composition and have, in general, low levels of elements in comparison to traditional sources used in mineral mix and, in some case, there are presence of heavy metals. However, their application for mineral supplementation is not unable. The mineral supplements made from aquaculture ponds or salt water SRR did not detract the food, nutrients and water intake, either the digestibility of nutrients that pointing the possibility for use of these ingredients to elaborate mineral supplements for lambs.

Keywords: saline water. saltbush. sheep. reject desalination. mineral supplement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dessalinizador (1a) e ilustração do processo de filtragem da água pela osmose inversa (1b).....	27
Figura 2. Tanque aquícola (2a), tanque aquícola ao término do cultivo (2b), limpeza do tanque (2c), resíduo salino sólido (2d).....	30
Figura 3. Tanques utilizados para cristalização de água salina.....	35
Figura 4. Água salina em bandeja plástica sendo encaminhada para estufa de circulação forçada de ar (4a), resíduo salino obtido após evaporação da água salina (4b).....	40
Figura 5. Temperatura máxima (Máx), mínima (Min) e média (Média) durante os cinco dias de coleta.....	42

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Preço de suplementos minerais para ovinos encontrados em estabelecimentos comerciais na região de Petrolina-PE.....	21
Tabela 2. Características das principais fontes de elementos minerais.....	23
Tabela 3. Quantidade de sais cristalizados a partir de 5.000 L de rejeito da dessalinização de acordo com os graus de Baumé (Bé).....	36
Tabela 4. Composição química dos resíduos salinos sólidos (RSS) oriundo da aquicultura (RSS aquícola) e do rejeito da dessalinização (RSS rejeito).....	43
Tabela 5. Concentração de macro e microminerais em suplemento mineral de quinze empresas brasileiras.....	44
Tabela 6. Composição mineral dos suplementos minerais utilizados no experimento.....	45
Tabela 7. Composição química-bromatológica, em % da matéria seca (MS) do feno de capim-tifton 85 fornecido aos animais.....	46
Tabela 8. Concentração de macrominerais (g/L) presentes em água salina obtidas de poços na região semiárida.....	50
Tabela 9. Concentração de microminerais (mg/L) presentes em água salina obtidas de poços na região semiárida.....	52
Tabela 10. Concentração de macrominerais (g/kg) presentes em amostras de sais obtidos através da água salina.....	53
Tabela 11. Concentração de microminerais (mg/kg) presentes em amostras de sais obtidos através da água salina.....	54
Tabela 12. Concentração de macrominerais (g/L) presentes no rejeito da dessalinização.....	55
Tabela 13. Concentração de microminerais (mg/L) presentes no rejeito da dessalinização.....	56
Tabela 14. Concentração de macrominerais (g/kg) presentes em sais obtidos do rejeito da dessalinização.....	57
Tabela 15. Concentração de microminerais (mg/kg) presentes em sais obtidos do rejeito da dessalinização.....	58
Tabela 16. Composição de macrominerais (g/kg) do resíduo salino sólido proveniente de tanques aquícolas abastecidos com rejeito da	

dessalinização.....	59
Tabela 17. Composição de microminerais (mg/kg) do resíduo salino sólido oriundo de tanques aquícolas abastecidos com rejeito da dessalinização.....	60
Tabela 18. Composição de macrominerais (g/kg) presentes na erva- sal colhida em diferentes locais do semiárido.....	62
Tabela 19. Composição de microminerais (mg/kg) encontrados na erva-sal em diferentes locais da região semiárida.....	63
Tabela 20. Consumos médios de matéria seca (CMS), de água (CS água), suplemento mineral (CS sal) de ovinos submetidos a diferentes suplementos minerais.....	65
Tabela 21. Balanço de minerais em ovinos suplementados com suplemento mineral comercial (testemunha), suplemento mineral contendo RSS oriundo da aquicultura (RSS aquicultura) e suplemento mineral contendo rejeito da dessalinização (RSS rejeito).....	67
Tabela 22. Consumo de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM) de ovinos suplementados com diferentes tipos de suplemento mineral.....	70
Tabela 23. Consumo de extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não fibrosos (CNF) de ovinos suplementados com diferentes tipos de suplemento mineral.....	71
Tabela 24. Digestibilidade aparente de nutrientes.....	72
Tabela 25. Consumo total de nitrogênio (CTN), excreção de nitrogênio nas fezes (ENF), excreção de nitrogênio na urina (ENU), excreção total de nitrogênio (ETN), balanço de nitrogênio (BN) em ovinos suplementados com diferentes suplementos mineral.....	73

Lista de abreviaturas e siglas

‰: porcentagem

g: grama

Kg: quilograma

L: litro

CMS: consumo de matéria seca

NaCl: cloreto de sódio

RSS: resíduo salino sólido

RSS aquícola: resíduo salino sólido oriundo de tanques aquícolas

RSS rejeito: resíduo salino sólido oriundo do rejeito da dessalinização

SDT: sólidos dissolvidos totais

BÉ: graus Baumé

Na: sódio

K: potássio

Ca: cálcio

P: fósforo

Mg: magnésio

S: enxofre

Cl: cloro

Zn: zinco

Mn: manganês

Mo: molibdênio

Co: cobalto

Cu: cobre

Fe: ferro

Pb: chumbo

Ni: níquel

Cd: cádmio

Cr: cromo

Se: selênio

HCO₃: bicarbonatos

Cl⁻: cloretos

SO₄⁻²: sulfatos

MgSO₄: sulfato de magnésio

CaSO₄: sulfato de cálcio

MgCl₂: cloreto de magnésio

CaCl₂: cloreto de cálcio

MS: matéria seca

MO: matéria orgânica

MM: matéria mineral

PB: proteína bruta

EE: extrato etéreo

FDN: fibra em detergente neutro

FDN_{cp}: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína

FDA: fibra em detergente ácido

NIDA: compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido

NIDN: compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro

CHT: carboidratos totais

CNF: carboidratos não fibrosos

Sumário

1. Introdução	15
2. Revisão de bibliográfica	18
2.1. Pecuária no semiárido brasileiro e suplementação mineral.....	18
2.2. Fontes bioassalinas regionais.....	25
2.2.1. Águas salinas, salobras e rejeito da dessalinização	26
2.2.2. Resíduo salino sólido oriundo de tanques aquícolas	30
2.2.3. Erva-sal	31
2.2.4. RSS obtidos de tanques de cristalização	34
3. Material e métodos	39
3.1. Etapa 1	39
3.2. Etapa 2	42
4. Resultados e discussão	48
4.1. Etapa 1	48
4.2. Etapa 2	64
5. Conclusão	74
6. Referência bibliográfica	75

1. Introdução

Um dos grandes entraves da criação de ruminantes no Semiárido brasileiro é a escassez de alimentos, sobretudo no período seco do ano, o que contribui para a obtenção de índices produtivos inadequados e para a baixa rentabilidade da propriedade rural (SANTOS et al., 2011). Das deficiências alimentares, sabe-se da importância da energia e proteína, porém as carências minerais também são de grande relevância e não devem ser desconsideradas nos sistemas de produção de ruminantes. As deficiências minerais podem diminuir a taxa de crescimento, afetar a fertilidade, promover baixos rendimentos de carcaça e reduzir a produção de leite dos animais (TOKARNIA et al., 1999).

Algumas deficiências de minerais relatadas para caprinos e ovinos na região semiárida brasileira, são: fósforo (P) (SILVA et al., 2011), cobre (Cu), zinco (Zn) (MARQUES et al., 2011), selênio (Se), cobalto (Co) (RIET-CORREA, 2004; MENDONÇA JUNIOR et al., 2011), sódio (Na) (RIET-CORREA, 2004), cálcio (Ca) (MENDONÇA JUNIOR et al., 2011; RIET-CORREA, 2004) e são indicativos de que para os animais criados nessa região, diversos elementos minerais podem ser necessários na suplementação, a depender das condições em que os animais são criados. No entanto, apesar da importância dos suplementos minerais aos ruminantes, ainda é reduzida a sua utilização na região semiárida brasileira, em decorrência de vários fatores, tais como, o elevado preço para sua aquisição, a deficiente disponibilidade de fontes tradicionais para a confecção de misturas minerais, além da falta de informações sobre os reais benefícios que a suplementação mineral pode proporcionar aos rebanhos.

De forma geral, os caprinos e ovinos respondem de forma positiva a suplementação mineral verificando melhor desempenho produtivo para animais suplementados. Louvandini et al. (1996) avaliaram a suplementação com fósforo para ovinos da raça Santa Inês com peso corporal médio de 13,8 kg mantidos em pastos de *Andropogon gayanus* e relataram que a suplementação com esse nutriente promoveu melhor desempenho produtivo aos animais, formação de tecido ósseo e muscular e aumento dos pesos do fígado e rins.

Do mesmo modo, Silva et al. (2011) avaliaram os efeitos da suplementação com fontes de fósforo (fosfato bicálcico) para caprinos da raça Moxotó criados em

caatinga enriquecida com capim-bufel no município de Taperoá na Paraíba, mantidos em sistema misto com ovinos e bovinos e observaram maior ganho de peso para os animais suplementados ($45,2 \pm 5,56$ g/animal/dia) quando comparados com aqueles não-suplementados ($40,0 \pm 2,8$ g/animal/dia).

Nesse contexto, a região semiárida brasileira apresenta fontes minerais, atualmente tratadas como poluentes ambientais e que poderão ser avaliadas a fim de verificar suas possibilidades de inclusões em misturas minerais, como são os casos do rejeito da dessalinização ou dos resíduos salinos sólidos (RSS) oriundos de tanques aquícolas, abastecidos com águas com elevados teores de sais ou RSS provenientes de tanques de evaporação (MANERA et al., 2012). Além disso, pela abundância na região semiárida brasileira, é preciso conhecer se as águas salinas e salobras poderão ser fornecidas aos animais e qual a contribuição dessas fontes no fornecimento de elementos minerais.

Albuquerque (2012) e Alves (2012) verificaram que o fornecimento de água com até 8.326 mg/L de NaCl, por período sazonal, não afeta o consumo de nutrientes por ovinos mestiços Santa Inês e novilhas da raça Sindi, respectivamente. No entanto, em ambos os trabalhos foi verificado maior consumo de água ofertada para aqueles animais que ingeriam água com maior teor de sais. O fato dos animais consumirem mais água resultou em maior ingestão de cloreto de sódio (NaCl). Desta forma, pode se estimar que, para ovinos mestiços Santa Inês e novilhas da raça Sindi consumindo 1,96 e 24,68 kg de água/dia a ingestão de 16,31 e 205,48 g de NaCl por dia respectivamente, o que corresponderia ao consumo de 6,52 e 82,19 g de Na. Esta quantidade de Na é expressiva e que deve ser levada em consideração na formulação de suplementos minerais.

Outra fonte que pode servir minerais aos rebanhos é a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), uma planta halófito que pode ser cultivada com o recebimento de águas com altos teores de sais, incorporando-os em seu tecido (BARROSO et al., 2006).

Manera et al. (2012) determinaram a composição mineral dos RSS oriundos de tanques aquícolas e relataram que a composição é bastante heterogênea, havendo baixa concentração dos principais elementos minerais utilizados para a suplementação de ruminantes, podendo ter a presença de metais pesados. Mesmo assim, os autores afirmam que o uso desses ingredientes aos animais poderá ser realizado, a depender das concentrações de elementos minerais observados em

cada amostra.

Quanto a erva-sal, Santos et al. (2012) analisaram tecidos foliares dessa planta forrageira e relataram valores de matéria mineral da ordem de 16,54% da matéria seca, o que é considerável para plantas forrageiras. Em adição, Santos et al. (2009) reportaram valores de 46.904,40 mg/kg de Na, 0,84 g/kg de P, 12,68 g/kg de Ca, 8,21 g/kg de magnésio (Mg), 9,72 mg/kg de Cu, 281,17 mg/kg de manganês (Mn) e afirmaram que, pela composição mineral dessa planta forrageira, ela deve ser levada em consideração no fornecimento de elementos minerais, quando incluída na dieta do animal.

Grande parte das fontes citadas acima é gerada na região Nordeste do Brasil, sobretudo na zona semiárida e não tem seus destinos definidos, muitos deles sendo potenciais contaminantes ambientais, haja visto que os resíduos salinos de tanques de evaporação, tanques aquícolas, rejeitos da dessalinização podem ser lançados em solos cultiváveis, levando-os à degradação. Desse modo, a avaliação dessas fontes salinas, além de proporcionar ingredientes e matérias primas para a suplementação de animais, poderá contribuir com seus destinos, reduzindo impactos ambientais.

Assim, objetivou-se avaliar a composição mineral de águas salinas ou salobras, do rejeito da dessalinização e dos RSS oriundos dessas mesmas fontes, além dos RSS oriundos dos tanques aquícolas após a despesca e a erva-sal. O estudo teve ainda o intuito de comparar o consumo de suplemento mineral, alimentos e nutrientes, além de determinar a digestibilidade da matéria seca (MS) e nutrientes e o balanço de nitrogênio (N) por ovinos, quando submetidos a misturas minerais confeccionadas a partir dos RSS do rejeito da dessalinização e de tanques aquícolas, em comparação com suplementos minerais comerciais.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Pecuária do Semiárido brasileiro e suplementação mineral

A criação de bovinos e caprinos destinados à produção de leite, assim como a criação de ovinos, caprinos e bovinos visando à produção de carne é praticada ao longo de toda a extensão da região semiárida brasileira, contribuindo com a produção de alimentos, geração de empregos e manutenção de pessoas na zona rural, além de impulsionar cadeias produtivas que tem grande participação na economia de toda a região (HOLANDA JÚNIOR, 2004).

Estima-se que o rebanho bovino da região Nordeste do Brasil seja de 6,0% do rebanho nacional o que corresponde a 28,76 milhões de cabeças, além da presença de mais de 18 milhões de caprinos e ovinos, o que representa mais de 50% dos ovinos do Brasil e aproximadamente 95% do rebanho caprino nacional (IBGE, 2010), em que grande parte desse rebanho encontra-se na zona semiárida. Nos sistemas de produção regionais, os ruminantes são, em sua maioria, criados de forma extensiva e até mesmo ultra-extensiva, predominando os pequenos empreendimentos rurais de base familiar, nos quais a fonte alimentar principal dos rebanhos é a vegetação nativa (Caatinga), entretanto, a diversidade de condições edafoclimáticas, de relevo e de vegetação da região, possibilita a exploração de grande variedade de culturas agrícolas e de plantas forrageiras, em sua maioria adaptadas ao clima quente e seco, a exemplo do capim-bufel (*Cenchrus ciliaris* L.) e da palma-forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.) que contribuem com a alimentação dos animais (SANTOS et al., 2011).

Em virtude da pecuária regional ter como base alimentar os pastos nativos ou cultivados e a região apresentar baixa precipitação pluvial anual e irregularidade de distribuição das chuvas é marcante a sazonalidade de produção de forragem ao longo do ano, com grande escassez de alimentos no período seco, o que gera deficiências de ordens quantitativa e qualitativa aos animais, prejudicando o desempenho produtivo e comprometendo sua sobrevivência (SANTOS et al., 2010).

As deficiências em energia, seguida pelas carências proteicas são consideradas como as mais importantes para os animais ruminantes (McDOWELL,

1999) e, por essa razão, também são bastante estudadas. Por outro lado, as deficiências minerais também são importantes para os sistemas produtivos, em que McDowell (1999) aponta as deficiências em fósforo como a terceira principal limitação nutricional para os animais ruminantes, porém ao longo dos anos tem recebido menos atenção por parte da pesquisa em relação às duas citadas anteriormente.

Os caprinos e ovinos são animais exigentes em Ca, P e potássio (K) e de acordo com o NRC (2007), um ovino com 20 kg de peso corporal e ganhos médios diários de 100 g/dia, as necessidades diárias de minerais são: 2,3; 1,5 e 2,9 g/animal/dia, respectivamente.

Na região semiárida do Brasil a importância da mineralização se acentua em virtude da baixa fertilidade natural dos solos (BRITO, 2010), que leva a menores concentrações de minerais nas plantas forrageiras consumidas (SILVA et al., 2011) e, em consequência, resulta em menor ingestão de elementos minerais pelo animal, muitas vezes não atendendo suas exigências nutricionais.

De acordo com Riet-Correa (2004) as deficiências em minerais podem atingir três estágios: a depleção de minerais nos tecidos, doença inaparente e doença clínica. No primeiro estágio ocorre a diminuição da concentração dos minerais nos tecidos, porém não há prejuízo ao desempenho produtivo, pois os animais regulam a ingestão dos minerais mediante mudanças na excreção ou absorção dos mesmos. No segundo estágio, os animais têm prejuízos em seus desempenhos produtivos, mas não há sinais clínicos evidentes. Nesse caso, quando as deficiências minerais são supridas ocorrem melhores ganhos de peso, aumento na produção de leite ou melhores índices reprodutivos. No terceiro estágio os animais apresentam sinais clínicos e apresentam perdas de peso, emagrecimento, pêlo arrepiado e alotriofagia (apetite anormal que leva o animal a ingerir ossos, pedras, solo, casca de árvores, madeira).

Na região semiárida vários autores apontam que caprinos e ovinos apresentam deficiências de macro e microminerais. As carências em fósforo são apontadas como as principais para o Brasil como um todo (LOUVANDINI et al., 2006), o que não deixa de ser diferente pra a região Nordeste. O fósforo é apontado ainda como o mineral que contribui para os maiores custos das misturas pela quantidade a ser incluído (NICODEMO et al., 1998).

Silva et al. (2011) reportaram a necessidade de suplementação com P para caprinos da raça Moxotó criados em pastos nativos (caatinga) enriquecida com capim-bufel no Cariri Paraibano. Mas, a deficiência de P não é única, em que Marques et al. (2011) relatam deficiências marginais de Cu e Zn para ovinos na região de Araripina, Sertão do estado de Pernambuco, enquanto Riet-Correa (2004) relataram também deficiências de Se, Cu e Co para ovinos, caprinos e bovinos na região Nordeste do Brasil. Quanto ao Na, Riet-Correa (2004) aponta deficiências deste mineral em todas as plantas forrageiras cultivadas, a exceção da *Brachiaria humidicola* com concentrações que variam de 800 a 100 mg/kg, além disso, os grãos também apresentam baixa concentração deste elemento, o qual deve ser incluído nos suplementos minerais para animais alimentados com dietas a base de grãos.

Já, com relação ao Ca, apesar desse mineral estar presente em concentrações adequadas nas forragens (MENDONÇA JUNIOR et al., 2011; RIET-CORREA, 2004), é necessária a sua inclusão nas misturas minerais para evitar a hipocalcemia que corresponde a menor mobilização de Ca dos ossos ocorrendo principalmente no período de periparto e também pela presença de oxalatos nas gramíneas forrageiras que se ligam ao Ca formando um composto insolúvel diminuindo a disponibilidade de Ca aos animais. De acordo com Riet-Correa (2004), animais que recebem dietas com alta quantidade de grãos também devem ser suplementados com Ca, pois os grãos e seus coprodutos são pobres nesse elemento mineral e ricos em P, devendo considerar que a relação mínima de Ca:P é de no mínimo 1:1.

O uso de suplementos minerais tem promovido respostas positivas aos caprinos e ovinos, sendo na maior parte das situações avaliadas verificado melhores desempenhos produtivos dos animais. Um exemplo dessas respostas favoráveis da suplementação mineral foi reportado por Silva et al. (2011) que avaliaram os efeitos da suplementação com fontes de fósforo (fosfato bicálcico) para caprinos da raça Moxotó criados em caatinga enriquecida com capim-bufel, mantidos em sistema misto com ovinos e bovinos e observaram maior ganho de peso para os animais suplementados ($45,2 \pm 5,56$ g/animal/dia) quando comparados com aqueles não suplementados ($40,0 \pm 2,8$ g/animal/dia).

Apesar da importância da suplementação mineral para ruminantes, a sua utilização na região é ainda pouco adotada devido a vários fatores como a falta de informações sobre os reais benefícios que essa ferramenta é capaz de proporcionar

aos rebanhos. Outro fator que merece destaque é o custo do suplemento mineral. De acordo com Peixoto et al. (2005) para bovinos de corte em pastejo, os gastos referentes com a suplementação mineral podem chegar a 20-30% do total dos custos de produção. Para ovinos, os preços dos suplementos minerais na região de Petrolina/PE atingiram R\$ 1,61/kg do produto (Tabela 1), de acordo com consultas feitas em casas agropecuárias, no mês de dezembro do ano de 2012, valores considerados elevados.

Tabela 1. Preço de suplementos minerais para ovinos encontrados em estabelecimentos comerciais na região de Petrolina-PE

Empresa	Preço R\$/kg do produto
A	1,40
B	1,44
C	1,91
D	1,68
E	1,64
Média	1,61

Valores obtidos em consultas a estabelecimentos comerciais na região de Petrolina/PE no mês de dezembro de 2012.

Tomando como referência um rebanho médio com 200 ovinos e o fornecimento de 6 g/cabeça/dia, seriam administrados aos saleiros 1,2 kg de suplemento mineral diariamente, o equivalente a 438 kg no ano. Essa quantidade de suplemento mineral ao preço médio de R\$ 1,61 por quilo do produto resultaria em gastos anuais de R\$ 705,18 ou R\$ 58,77 ao mês, o que é desembolso considerável, já que são baixas as rentabilidades das propriedades rurais das áreas dependentes de chuva da região semiárida brasileira. Esse fato aponta para a importância da redução dos custos com a suplementação e um dos fatores para isso é o uso de fontes minerais mais baratas.

Além do preço dos suplementos minerais, associado ao frete, outro fator que encarece os suplementos minerais é a forma de aquisição. De acordo com Bittar et al. (2006), 70% dos pecuaristas no Brasil adquirem seus produtos diretamente da fábrica, enquanto apenas 30% compram em revendas ou cooperativas, sendo que

quanto maior o tamanho do rebanho, maior o número de pecuaristas que compram seus produtos diretamente dos próprios fabricantes. A aquisição de suplementos minerais dos fabricantes permite a redução do custo devido a compra de maior volume conferindo poder de barganha aos proprietários, além de eliminar atravessadores. No Semiárido brasileiro, a maioria dos criadores possuem rebanhos pequenos e que consomem pouco suplemento mineral, o que inviabiliza a aquisição dos produtos diretamente dos fabricantes, em virtude da necessidade de cotas mínimas para a compra direta.

A aquisição de fontes minerais com a realização da mistura realizada na propriedade pode ser um fator a reduzir os custos do suplemento. Nesse caso, há uma série de fontes que podem ser utilizadas, tais como os fosfatos bicálcico, tricálcico, monocálcico, monoamônio, as farinhas de ossos autoclavada ou calcinada, além do ácido fosfórico como fontes de P, os calcários dolomíticos, calcíticos, carbonatos de cálcio e a farinha de ostra como fontes de Ca, assim como outras fontes fornecedoras de elementos minerais, em que as principais delas estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características das principais fontes de elementos minerais

Elemento	Fonte	Elemento, % da MS	Biodisponibilidade
Cálcio	Carbonato de cálcio	40,0	Média
	Calcário calcítico	35,0	Média
	Calcário dolomítico	22,3	Média
	Farinha de ostra	38,0	Média
	Fosfato monocálcico	15,9	Alta
	Fosfato bicálcico	23,3	Alta
	Fosfato tricálcico	38,6	-
	Sulfato de cálcio diidratado (gesso)	22,0	-
	Farinha de ossos autoclavada	26,0	Alta
Farinha de ossos calcinada	36,0	Alta	
Fósforo	Fosfato monocálcico	24,6	Alta
	Fosfato bicálcico	18,0	Média
	Fosfato tricálcico	20,0	Média
	Farinha de ossos autoclavada	14,5	Alta
	Farinha de ossos calcinada	15,5	Alta
	Ácido fosfórico	24,0	Alta
	Fosfato monoamônico	23,5	Alta
Sódio	Cloreto de sódio	37,0	Alta
Magnésio	Óxido de magnésio	60,3	Alta
	Carbonato de magnésio	28,8	Alta
Potássio	Cloreto de potássio	50,0	Alta
	Sulfato de potássio	41,0	Alta
Enxofre	Flor de enxofre	96,0	Baixa
	Sulfato de amônio	24,0	Média

	Sulfato de cálcio diidratado (gesso)	18,0	Baixa
Ferro	Sulfato ferroso anidro	36,7	Alta
	Óxido de ferro	46-60	Indisponível
	Carbonato ferroso	41,7	Média
Cobalto	Sulfato de cobalto	24,8	Alta
	Carbonato de cobalto	49,5	Alta
	Cloreto de cobalto	24,7	Alta
Iodo	Iodato de potássio	59,0	Alta
	Iodeto de potássio	76,0	Alta
	Iodato de cálcio	62,0	Alta
Manganês	Sulfato de manganês	32,5	Alta
	Óxido de manganês	77,4	Alta
	Carbonato de manganês	47,8	Média
Cobre	Sulfato de cobre	25,5	Alta
	Óxido de cobre	80,0	Baixa
	Cloreto de cobre	37,2	Alta
Zinco	Sulfato de zinco	22,7	Alta
	Óxido de zinco	80,3	Alta
	Cloreto de zinco	48,0	Média
	Carbonato de zinco	52,1	Alta
Selênio	Selenito de sódio	45,0	Alta

Fonte: Adaptado de Nicodemo (2001).

O uso de fontes alternativas é também medida adotada pela indústria de suplementos visando a redução de custos, promovendo a substituição de fontes tradicionais como fosfato bicálcico pelo superfosfato triplo, o fosfato monoamônio e as rochas fosfáticas que, em muitos casos, proporcionam misturas minerais mais baratas (TEIXEIRA et al., 2005).

Dentre as fontes de P, a participação do elemento varia de 14,5% a 24,6% com média a alta biodisponibilidade. Com relação as fontes de Ca, as proporções variam de 15,9% a 38,6% também com média a alta biodisponibilidade. Para as demais de elementos minerais para a confecção de misturas há também a porcentagem de cada mineral contida, além da biodisponibilidade, informações que são de grande importância nas formulações, a fim de evitar concentrações abaixo ou acima das recomendadas na mistura e o uso de fontes com maior biodisponibilidade é desejável, já que representa maior aporte do mineral ao organismo animal.

Muitas das fontes citadas na Tabela 2 são óxidos e sulfatos e, no Brasil, segundo Bittar et al. (2006) os óxidos são preteridos em relação aos sulfatos para alguns elementos minerais, como é o caso do Cu, pois apresentam menor biodisponibilidade. No entanto, os óxidos são mais fáceis de manusear, já que são menos higroscópios, ou seja, absorvem menos água e com isso provocam menor empedramento dos suplementos minerais quando comparados com os sulfatos. Além das fontes minerais tradicionais, a busca por outras alternativas é importante visando conferir mais opções na elaboração das misturas associado à redução de custos dos suplementos. Nesse contexto, fontes salinas presentes na região Nordeste do Brasil poderão ser avaliadas a fim de verificar se podem contribuir com a suplementação mineral de animais ruminantes.

2.2. Fontes bio-salinas regionais

Uma característica da região semiárida brasileira é a presença de águas sub-superficiais, em que na maioria dos casos são classificadas como salinas ou salobras, a depender da quantidade de sais e tipo de sais presentes. As águas salobras apresentam de 501 a 1.500 mg/L de sólidos dissolvidos totais (SDT),

enquanto as salinas possuem concentrações superiores a 1.500 mg/L de SDT (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

Nessa região, as águas subterrâneas são armazenadas em meios rochosos denominados aquíferos, sendo dois os principais sistemas de armazenamento do Nordeste: o sistema de rochas porosas, denominados de bacias sedimentares e o sistema de rochas cristalinas ou sistema de embasamento cristalino, que somente armazena água em suas fraturas, e onde é frequente a ocorrência de sais, os quais se solubilizam elevando os teores de SDT na água (AMORIM et al., 1999).

O uso das águas salinas ou salobras presentes nos lençóis freáticos do Semiárido brasileiro é limitado e dependente de diversos fatores, dos quais, um dos principais é o grau de salinidade da água. No entanto, essas águas salinas podem ser avaliadas quanto a sua utilização para a dessedentação animal, além da avaliação de seu potencial para servir resíduos salinos sólidos (RSS) para serem usados como fontes minerais.

Dentre eles, podem ser citados os RSS obtidos a partir de tanques de evaporação a partir das águas salinas ou salobras e do rejeito da dessalinização ou os RSS oriundos de tanques de aquícolas, abastecidos com águas com elevados teores de sais. Esses resíduos salinos são, em geral, coprodutos do processo de dessalinização da água. Tanto os tanques de evaporação quanto os aquícolas podem receber o rejeito da dessalinização, a fim de que o mesmo não seja lançado em locais não-apropriados como em solos cultiváveis e dessa forma os tanques de evaporação como o nome sugere possibilita a evaporação da água gerando o RSS, ao passo os tanques aquícolas acumulam os RSS no fundo.

Além disso, outra possível fonte mineral para os rebanhos é a erva-sal planta que acumula minerais em seus tecidos e que segundo Santos et al. (2012) seu aporte mineral aos ruminantes deve ser considerado visando a precisão na suplementação mineral.

2.2.1. Águas salinas, salobras e rejeito da dessalinização

A qualidade das águas da região semiárida brasileira reflete a geologia regional e o comportamento do clima, de forma que os baixos índices de precipitação pluvial,

a forte insolação e as elevadas temperaturas, associadas à solubilização dos sais pelo intemperismo das rochas cristalinas (rochas ígneas e metamórficas) são fatores responsáveis pela salinização dos mananciais, tornando-os, em muitos casos, impróprios para o consumo humano (AMORIM et al., 1999).

Segundo Salazar & Cordeiro (1985) as águas do aquífero cristalino são classificadas de três modos: águas cloretadas, encontradas em maior quantidade, apresentam predominância de sódio e em menor quantidade de cálcio e magnésio sendo que o resíduo seco varia de 1,0 a 28,0 g/L. As águas bicarbonatadas são encontradas em menor quantidade e caracterizam-se pela predominância de sais de bicarbonato de sódio, cálcio ou magnésio, apresentando resíduos secos que variam de 0,3 a 1,3 g/L e, em quantidade intermediária, estão as águas bicarbonatadas cloretadas que apresentam resíduos secos entre 0,3 a 3,0g/l.

Em virtude do elevado teor de sais das águas subterrâneas, a técnica denominada osmose inversa tem sido uma das aplicadas para torná-la potável. Esta técnica tem sido aplicada em políticas públicas para a obtenção de água potável no Semiárido brasileiro, sendo o programa “Água Doce” uma delas e que usa dessalinizadores (Figura 1a), que filtram os sais da água por meio da aplicação de pressão superior a pressão osmótica, fazendo com que água salina passe por membranas semipermeáveis (Figura 1b).

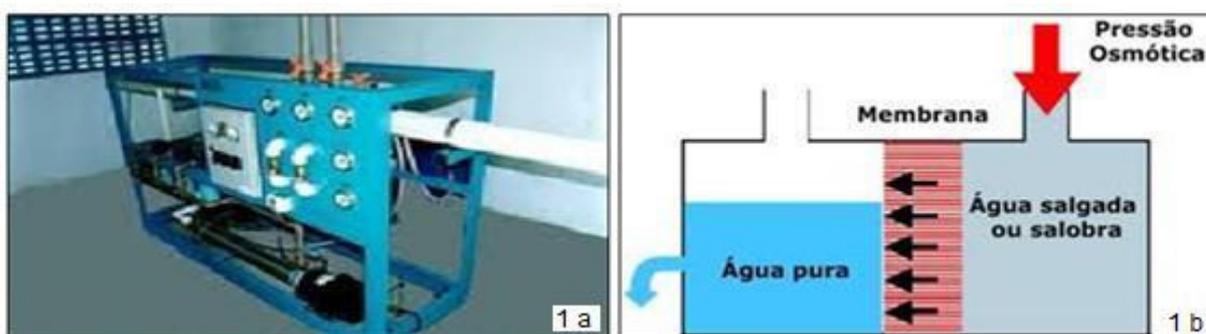


Figura 1. Dessalinizador (1a) e ilustração do processo de filtragem da água pela osmose inversa (1b).
Fonte 1b: www.ecodesenvolvimento.org

Na técnica de osmose inversa ocorre a formação de dois tipos de água, uma purificada chamada de permeado com menor concentração de sais e indicada para

o consumo humano e outra (rejeito), com elevada concentração de sais e com grande propensão para provocar danos ao ambiente.

A quantidade de rejeito produzida é variável em função da presença de sais na água e da capacidade dos equipamentos e se situa em torno de 25 – 50% do total de água salina que é processada (PORTO et al., 2004). A salinidade do rejeito é variável, podendo ser de quatro a cinco vezes maiores em concentração de sais em relação à água que lhe deu origem.

Em geral, a utilização do processo de osmose inversa tem sido eficaz no tratamento de águas salinas, verificando menor concentração de sais no permeado quando comparado com o rejeito. A retenção de sais como Ca, Mg, Na, K, bicarbonato, sulfato, pelas membranas dos dessalinizadores resulta no aumento desses minerais no rejeito, aumentando concomitantemente o teor de resíduo seco. De acordo com Amorim et al. (1999) que avaliaram as características do permeado e do rejeito da dessalinização no distrito de Rajada, no município de Petrolina/PE, o resíduo seco do permeado verificado foi de 409,0 mg/L, enquanto a concentração no rejeito foi de 10.960 mg/L, ou seja com o volume de resíduo seco a partir do rejeito da dessalinização pode ser bastante elevado, a depender do volume de água a ser dessalinizada diariamente.

Amorim et al. (2001) relataram a obtenção de 33,79 kg de RSS a partir de 5.000 L de rejeito da dessalinização, assim, supondo numa comunidade a geração de 1.000 L de rejeito de dessalinização diários, seriam obtidos cerca de 6,76 kg de RSS ao dia, ou aproximadamente 2,5 t. ao ano. Esse fato se agrava, já que Segundo Porto et al. (2004) existem aproximadamente 3.000 dessalinizadores instalados na região Nordeste do Brasil e, quase na totalidade dos casos, o rejeito gerado por eles não está recebendo nenhum tratamento, sendo lançado diretamente nos solos, devido a maior praticidade e ao baixo custo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais do terreno.

Ainda de acordo com Porto et al. (2004), águas com elevada salinidade podem afetar as características físicas do solo, contribuindo para a formação de crostas superficiais devido a alta quantidade de sódio em relação ao cálcio que acarreta na dispersão da argila. Este fato diminui a infiltração de água no solo e a sua disponibilidade às plantas. Além disso, o despejo do rejeito da dessalinização diretamente no solo pode provocar erosão e afetar a fauna e a flora dos locais de despejos (AMORIM et al., 2004). A deposição do rejeito da dessalinização em locais

não adequados é preocupante, principalmente na região semiárida do Brasil, que já possui outros fatores condicionantes a salinização, a exemplo da elevada evapotranspiração.

Existem algumas alternativas para a utilização do rejeito da dessalinização a exemplo da irrigação de plantas halófitas (PORTO et al., 2005), da descarga em águas superficiais, (AMORIM et al., 2001), da criação de ambientes paisagísticos (*wetlands*) (PORTO et al., 2000) e da produção de peixes em tanque escavado (AMORIM et al., 2001). Dentre elas, o uso de lagoas ou tanques de evaporação podem se constituir em uma das melhores alternativas para destino do rejeito da dessalinização. Contudo, essas alternativas embora solucionem o problema da deposição do rejeito da dessalinização podem criar ou contribuir para o surgimento de outros, mais graves. No caso dos tanques de evaporação, a falta de opções para uso do RSS gerado após a evaporação da água torna-se limitante à ampliação de uso dessa ferramenta junto aos dessalinizadores.

A utilização do rejeito para a irrigação de plantas, geralmente halófitas como a erva-sal permite elevada produtividade de forragem, já que além de água o rejeito serve considerável quantidade de nutrientes, no entanto, acaba contaminando o solo, tornando-o impossibilitado para o cultivo de plantas não-tolerantes a salinidade. Outra possibilidade seria o lançamento do rejeito em águas superficiais, porém para isso devem ser avaliados os valores pHs, os teores de oxigênio dissolvido que devem ser similares em ambas as águas, além de ser verificada a presença de metais pesados para evitar alterações químicas nas águas que receberão esse resíduo (PORTO et al., 2000).

A injeção do rejeito em poços profundos pode levar a contaminação do lençol freático, enquanto o lançamento do efluente diretamente no oceano já é motivo de preocupação para países do Golfo Pérsico, pois pode aumentar a salinidade da água, associada a evaporação natural dos oceanos, aumentar a temperatura da água e elevar as concentrações de metais pesados (PORTO et al., 2000).

O rejeito da dessalinização também pode ser direcionado para tanques escavados e impermeabilizados para a produção de peixes. No entanto, este tipo de atividade gera dois resíduos, que é a água proveniente da criação de peixes que deve ser renovada diariamente e outro, um RSS que se acumula no fundo do tanque. Enquanto, nesse sistema, a água de renovação é utilizada para a irrigação da erva-sal, o RSS ainda não tem uso definido ou local apropriado para deposição.

Uma das possibilidades de uso do RSS é como fertilizante. Silva et al. (2009) avaliaram a viabilidade técnica do uso agrícola do RSS oriundo de tanques aquícolas e verificaram que sua aplicação aumentou o pH, incrementou a disponibilidade de nitrogênio (N) e melhorou a estrutura física do solo com a formação de agregados. Apesar dos resultados satisfatórios, Silva et al. (2009) relatam a necessidade de mais estudos com esse resíduo em condições de campo. Apesar desse indicativo de uso do resíduo, a ampliação de suas utilidades é importante, sendo seu uso na suplementação de ruminantes uma das possibilidades.

De modo geral, o uso de dessalinizadores para a obtenção de água potável gera quantidade considerável de efluente com alta concentração de sais. Esse efluente tem seu destino dificultado, pois pode contaminar águas e solos. Dessa forma, outras estratégias de uso para esses efluentes são fundamentais, a fim de garantir destino adequado aos resíduos gerados.

2.2.2. Resíduo salino sólido oriundo de tanques aquícolas

Esse resíduo é obtido ao término do período de criação dos peixes, normalmente tilápias, em que ocorre a retirada de toda a água dos tanques para a remoção do material que se depositou no fundo (Figura 2). O RSS é originado da sedimentação de minerais provenientes do rejeito da dessalinização que abastecem os tanques, das sobras da ração não-consumida pelos peixes, que possuem elementos orgânicos e inorgânicos, além de suas excretas.



Figura 2. Tanque aquícola (2a), tanque aquícola ao término do cultivo (2b), limpeza do tanque (2c), resíduo salino sólido (2d).

Atualmente os RSS são depositados nas proximidades dos tanques de cultivo de tilápia, pois tecnicamente não há destino indicado para os mesmos, embora sejam considerados como contaminantes ambientais. Silva et al. (2009) analisaram o RSS oriundo de tanques aquícolas e relataram que esse material apresentou 97,0 mg/kg de P; 8,2 g/kg de N; 69,5% de carbonatos; 2,1 de bicarbonatos (HCO_3^-); 97,8 de cloretos (Cl^-); 25,0 de sulfatos (SO_4^{2-}); 33,7 mmol_c^{-1} de Ca; 50,6 mmol_c^{-1} de magnésio (Mg); 20,5 mmol_c^{-1} de Na e 4,8 mmol_c^{-1} de Ca, sugerindo que esses resíduos também podem conferir contribuições minerais a animais.

Esse resíduo apresenta ainda elementos orgânicos que também podem ser aproveitados na alimentação dos animais, já que parte desse conteúdo corresponde a restos de rações dos peixes e, com relação ao teor de N, representa em torno 8,2 g/kg, o equivalente a 5,12% de PB.

2.2.3. Erva-sal

Trata-se de planta pertencente a família *Chenopodiaceae*, grupo que, não só, é tolerante aos solos salinos como também necessita do sal para a sua perenização. Tem se persistido nas áreas semiáridas do Brasil, devido a sua adaptação às condições climáticas (precipitação pluvial e temperatura) e pela tolerância a pragas e doenças (PORTO et al., 2000). É uma planta versátil, sendo utilizada para a recuperação de solos salinos, aproveitamento do rejeito da dessalinização e fornecimento de forragem para os animais.

Apesar da erva-sal ser tolerante a altas salinidades no solo e ter potencial para fitorremediar áreas salinas retirando macro e microminerais e armazenando-os ou eliminando-os em seus componentes estruturais, quando irrigada com rejeito da dessalinização contendo elevada concentração de sais, a planta não consegue reter todo o mineral disponível pelo rejeito, não evitando portanto a salinização do solo da área de cultivo (PORTO et al., 2001).

Em estudo desenvolvido na Embrapa Semiárido, Silva et al. (2008) ao irrigarem áreas de cultivo de erva-sal com 300 L por planta semanalmente com rejeito proveniente de tanques aquícolas verificaram, alterações nos atributos químicos das camadas superficiais do solo até as camadas mais profundas (90,0 cm), com

elevação dos valores de condutividade elétrica, da razão de adsorção de sódio e do percentual de sódio trocável, indicando aumento da salinidade.

Essa planta é um arbusto perene que tem raízes profundas que lhe permite tolerar os períodos de seca prolongada. Segundo Porto et al. (2000), a erva-sal tem baixa transpiração e é eficiente no uso da água. Essa planta direciona os sais retirados do solo para os seus tecidos ou elimina-os por meio de suas folhas.

A erva-sal apresenta produção de forragem variável, sendo verificadas produções de 5 a 15 t. de MS/ha/ano. Essa variação é em razão da qualidade do ambiente de cultivo, espaçamento, lâmina d'água e manejo da planta (PORTO et al., 2000). Ainda, segundo os mesmos autores, em trabalho conduzido na Embrapa Semiárido foi obtida produção de forragem de 9,4 t. de MS/ha/ano irrigando a área de cultivo com rejeito da dessalinização na dose de 75 L/planta/semana. Já, Barroso et al. (2006) também em trabalho realizado no Campo Experimental da Caatinga pertencente a Embrapa Semiárido, utilizando lâminas de irrigação que variaram de 75 a 300 L/dia de rejeito da dessalinização obtiveram produções que variaram de 7,5 a 11,4 t. de MS/ha/ano.

Barroso et al. (2006) destacam ainda a elevada relação folha:caule da erva-sal, visto que as folhas representam cerca de 50% de toda a produção de massa verde da planta. Esse fato é atrativo para a produção animal, já que é nas folhas que se concentra o maior teor de matéria mineral, com quantidades intermediárias nos caules finos e em menor quantidade nos caules grossos e lenhosos (PORTO et al., 2000).

De acordo com Porto et al. (2004) a erva-sal é capaz de retirar do solo aproximadamente 15% de sais, já que em média há esse teor em sua constituição (base MS). Os mesmos autores observaram acúmulo de sais na planta de 1.145 kg/ha/ano em trabalho realizado na Embrapa Semiárido em Petrolina/PE, valor considerável de sais gerado por unidade de área de cultivo.

A erva-sal também apresenta boa constituição química, principalmente nas folhas com maiores teores de proteína e minerais, além de melhor digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e menor concentração de fibras quando comparado com as outras partes da planta. Barroso et al. (2006) determinaram a composição químico-bromatológica da erva-sal irrigada com o rejeito da dessalinização e cortada aos 370 dias após o plantio e relataram teores de 20,24%; 28,54%, 15,11%, 49,73%,

respectivamente de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas dessa planta, além de 67,94% de DIVMS.

Devido o sabor salgado dessa planta, pode ser rejeitada por alguns animais, principalmente bovinos. No entanto, ovinos apresentam boa aceitação e, são estes que, na sua maioria são alimentados com os fenos e/ou silagens dessa planta forrageira. Os caprinos, por sua vez, apresentam menor consumo de erva-sal em relação aos ovinos (ALVES et al., 2007).

Souto et al. (2002) avaliaram o desempenho produtivo de ovinos confinados recebendo rações a base de erva-sal associada a melancia-forrageira e a raspa de mandioca e observaram ganhos de peso médio diário que variaram de 0,076 a 0,145 kg em período de 42 dias. Já, Mattos (2009) verificou ganho de peso da ordem de 0,213; 0,271; 0,252; 0,237 g/animal/dia para ovinos mantidos em confinamento, recebendo dietas com diferentes doses de palma *in natura* (0,0; 28,6; 50,5; 67,9), associados ao milho moído, farelo de soja, ureia e feno de erva-sal. Em geral, os ganhos de peso obtidos com rações a base de erva-sal são satisfatórios e semelhantes aos proporcionados com os volumosos tradicionais utilizados para a alimentação animal na região semiárida brasileira, porém seu uso é indicado compondo rações com outros ingredientes, em razão de seu alto teor de sais.

No que se refere, a outra possibilidade de uso da erva-sal como ingrediente para misturas minerais é a confecção de sais-forrageiros. O sal-forrageiro é utilizado como suplemento alimentar e segundo Gonçalves (2007) trata-se de mistura de minerais com feno de plantas forrageiras, geralmente dicotiledôneas, mas que pode incluir outras espécies. Gonçalves (2007) verificou ganho de peso médio diário de 75 a 85 g ao suplementar ovinos confinados com sal-forrageiro composto por leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam). de Wit.) e parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), respectivamente. Silva (2005) estudou o uso do sal forrageiro sobre o desempenho de ovinos em confinamento e verificou ganhos de pesos diários superiores a animais que receberam o sal forrageiro em comparação com aqueles que receberam apenas sal mineral. A utilização da erva-sal como sal forrageiro poderia ser mais uma opção de suplementar os rebanhos do Semiárido, ainda mais que esta espécie reúne características favoráveis para a formulação de sal-forrageiro, fornecendo bom aporte de minerais, além da proteína.

Com relação a contribuição mineral da erva-sal, apesar de evidenciar os elevados teores de MM (cinzas) da ordem de 16,5% da MS, estudos que

quantificaram os macro e microminerais são escassos na literatura, sendo, portanto, informação importante a ser conhecida, a fim de verificar suas possibilidades de uso.

Segundo Santos et al. (2009), ao avaliarem a composição mineral da erva-sal na forma de silagem com diferentes proporções de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) nas doses de 100%; 80%; 60%; 40%; 20% e 0% de inclusão de erva-sal na mistura, em % da MS) e verificaram nas silagens compostas exclusivamente por erva-sal 9,18% g/kg de N, 5,96 g/kg de P, 31,59 g/kg de potássio (K), 6,96 g/kg de Ca, 3,25 g/kg de Mg, 0,3 g/kg de enxofre (S), além de 14,70 mg/kg de boro (B), 7,77 mg/kg de Cu, 253,67 mg/kg de ferro (Fe), 98,43 mg/kg de manganês (Mn), 44,92 mg/kg de Zn e 469,8 mg/kg de Na.

Considerando a concentração de macro e microminerais na silagem de erva-sal com inclusão de 100% dessa planta forrageira citada acima (SANTOS et al., 2012), associada a produção de 10 t. de MS/ha/ano (SILVA et al., 2009), estima-se contribuição de 4.698 e 315,9 kg/ha/ano, respectivamente de Na e K, seguida pela aporte de N, Ca, P, Mg, S com 91,8; 69,6; 59,6; 32,5; 3,0 kg/ha/ano, respectivamente. Entre os microminerais a área de cultivo de erva-sal ofereceria 2.536,7 g/ha/ano de Fe 984,3; 449,2; 147,0 e 77,7 g/ha/ano de Mn, Zn, B, Cu com 984,3; 449,2; 147,0 e 77,7, respectivamente, ou seja quantidade de minerais que pode contribuir na suplementação mineral do rebanho.

2.2.4. RSS obtidos de tanques de cristalização

Outra possibilidade de obtenção de RSS é a cristalização, que caracteriza-se como a formação de cristais sólidos a partir de uma solução saturada através de mudanças na temperatura, pH e concentração de CO₂, podendo ser utilizadas as água salobras e ou salinas, o rejeito da dessalinização e a água de renovação dos tanques aquícolas.

Amorim et al. (2001) foram os precursores desta técnica e baseados na obtenção do sal marinho propuseram a técnica de cristalização com o objetivo de obter RSS, visando facilitar manuseio dos sais e seu uso na alimentação animal, de acordo com os limites de tolerância, com possibilidades também de aplicação industrial dos resíduos. Nas salineiras, a água do mar é exposta ao sol e ao vento

em tanques rasos e à medida que ocorre o ponto de saturação da água os diferentes sais são cristalizados. A saturação é medida em graus Baumé (BÉ), usando-se equipamento chamado de aerômetro de Baumé. A técnica proposta por Amorim et al. (2001) possui os mesmos conceitos da obtenção do sal marinho, porém é realizada em tanques de alvenaria (Figura 3).

Para a obtenção de sais cristalizados a partir do rejeito da dessalinização, Amorim et al. (2001) adicionaram 5,0 m³ no primeiro de um conjunto de cinco tanques de alvenaria, de modo que, quando ocorria a precipitação de determinado sal, a água residuária passava para o tanque seguinte, obtendo cinco tipos de sais, o sulfato de magnésio (MgSO₄), o sulfato de cálcio (CaSO₄), o cloreto de sódio (NaCl), o cloreto de magnésio (MgCl₂) e o cloreto de cálcio (CaCl₂).



Figura 3. Tanques utilizados para cristalização de água salina

Para a obtenção dos sais nesse processo forma necessários 70 dias, tendo 9,59 mm/dia como valor de evaporação média, medida em tanque classe A. De acordo com Amorim et al. (2001), 90% da água evaporou no primeiro tanque quando atingiu 16° Bé, ao passo que, quando atingiu 44° Bé o sal obtido teve aspecto pastoso. Na Tabela 3, são apresentadas as quantidades obtidas de cada um dos sais a partir de 5.000 litros de rejeito.

Tabela 3. Quantidade de sais cristalizados a partir de 5.000 L de rejeito da dessalinização de acordo com os graus de Baumé (Bé)

Graus Baumé (Bé)	Sais precipitados	Peso dos sais (kg)
< 16°	MgSO ₄	1,81
16-25°	CaSO ₄	1,98
25-29°	NaCl	28,93
29-32°	MgCl ₂	0,79
> 44°	CaCl ₂	0,27
Total		33,79

Fonte: Porto et al. (2000).

O sal encontrado em maior quantidade foi o cloreto de sódio com 28,93 kg, e em menores quantidades os sulfatos de magnésio e cálcio e os cloretos de magnésio e cálcio, com valores das ordens de 1,81; 1,98; 0,79 e 0,27 kg respectivamente.

A técnica de cristalização de sais permite obter, a partir de resíduos salinos líquidos, diversos tipos de sais e diferentes quantidades de cada um deles. A geração de resíduos sólidos a partir da cristalização, da evaporação são etapas importantes para o uso desse material, entretanto para isso é de grande relevância o conhecimento da composição mineral desses produtos.

A utilização destas fontes como fornecedores de minerais para ruminantes terá utilização segura se forem capazes de fornecer quantidades adequadas de minerais e não possuírem em sua composição metais pesados que possam inviabilizar seu uso devido o risco a saúde dos animais e do homem.

Metais pesados são quimicamente definidos como um grupo de elementos situados entre o Cu e Pb na tabela periódica (ROCHA, 2009). Ainda segundo o mesmo autor nem todos os metais são nocivos ao organismo, porém, metais como o chumbo, mercúrio e o cádmio não existem naturalmente em nenhum organismo e não desempenham funções nutricionais ou bioquímicas nos animais e a sua presença pode ser prejudicial.

De acordo com Marçal et al. (2009) a deposição atmosférica, os resíduos agropecuários, fertilizantes e os corretivos, os agroquímicos, os lodos de esgotos, podem ser fontes de metais pesados que podem contaminar o solo, a água e as plantas e por conseguinte os animais.

A presença de metais pesados ganha conotação importante uma vez que além de afetar o desempenho dos animais confere risco a saúde pública devido a possibilidade da presença destes em produtos e subprodutos de origem animal como carne e leite (MARÇAL et al., 2004)

Dentre os metais analisados (chumbo (Pb), cádmio (Cd), cromo (Cr) e níquel (Ni), os dois primeiros merecem destaque, pois apresentam maior risco a saúde do homem e dos animais (MARÇAL et al., 2004). Esses metais podem ser detectados em diferentes amostras biológicas como sangue, leite e soro (SOUZA et al., 2009). As concentrações verificadas de Ni no plasma são de 0,017 $\mu\text{mol/kg}$, enquanto no fígado e rins se verifica concentrações de 0,77 e 2,7 $\mu\text{mol/kg}$, respectivamente (NRC, 2007).

De acordo com o NRC (2007) o Ni é encontrado em pequenas quantidades no solo e, conseqüentemente, nas culturas, sendo que o nível de tolerância máximo para ovinos e bovinos é de 100 mg/kg MS ingerida, embora o limite máximo permitido desse elemento nos suplementos minerais para bovinos seja de 50 ppm (MARÇAL et al., 2005). De acordo com esses mesmos autores ao investigarem a concentração de Ni em suplementos minerais para bovinos nos estados de Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) verificaram que em 25% de 28 marcas analisadas foram observados valores acima do limite máximo permitido. Para caprinos os requerimentos diários variam de 300 - 350 $\mu\text{g/kg}$ de MS (NRC, 2007).

Quanto ao Cd, suas concentrações nos pastos de no solo estão em quantidades seguras de acordo com NRC (2007). Ainda segundo o NRC (2007) a maioria dos alimentos e forragens apresentam 0,5 mg Cd/kg, no entanto, pode haver contaminação no solo por meio da aplicação de fertilizantes químicos como os superfosfatos e fontes de zinco. A concentração máxima tolerável é de 10 mg/kg de MS ingerida, sendo que para cabras as necessidades mínimas são de 300 μg de Cd/kg de MS.

Marçal et al. (2004) relatam a necessidade de monitoramento junto aos fabricantes e/ou revendedores das concentrações de Cd nos suplementos minerais, uma vez que o levantamento das concentrações de Cd em dez marcas de suplementos minerais comercializadas em Londrina – PR, apontaram que todas elas apresentaram valores acima do limite máximo permitido (0,5 mg/kg).

A quantidade de Cd acima dos limites permitidos representam riscos tanto a saúde de animais como de humanos. Nos animais o excesso pode provocar

disfunção renal, tumor e necrose testicular e inibição do crescimento além de acúmulo desse elemento no leite, ovos e carne (MARÇAL et al., 2004). Em humanos foi verificado problemas de esterilidade, redução do crescimento e lesões renais e testiculares (MARÇAL et al., 2004).

O Pb é um dos minerais inorgânicos que apresentam maior risco a saúde de animais e humanos (MARÇAL et al., 2004). De acordo com o NRC (2007) os níveis máximos permitidos para ovinos são de 100 mg /kg de MS. Embora seja mal absorvido pelos ruminantes cerca de 3-10%, altas concentrações de enxofre, ferro, cálcio, fósforo, zinco, gordura e proteína podem dificultar a sua absorção (NRC, 2007). A concentração de Pb deve estar dentro dos limites permitidos uma vez que animais alimentados com dietas com concentrações maiores que 200 µg Pb/kg MS podem ter crescimento retardado, perturbações no metabolismo do ferro, anemia e comprometimento do metabolismo de lipídeos.

Verificar as concentrações do Pb nos suplementos minerais e em fontes minerais para ovinos é de grande valia, uma vez que concentrações deste mineral acima do permitido já foram detectados em amostras de suplementos minerais para bovinos. Marçal et al. (2004) avaliaram a concentração deste elemento em misturas minerais para bovinos na cidade de Londrina – PR verificaram que seis das amostras avaliadas extrapolam o limite máximo permitido de 30 ppm.

As exigências do Cr não estão estabelecidas embora, alguns *softwares* já o incorporaram nas suas formulações (BITTAR et al., 2006). De acordo com os mesmos autores o elemento está presente em boas quantidades nas dietas, pois é contaminante em matérias primas, principalmente o fosfato bicálcico. O NRC (2007) estabelece como limite máximo tolerável 3.000 mg/kg para os óxidos de cromo e 100 mg/kg para os cloretos de cromo, sendo que o Cr na forma trivalente não é tóxico mas na forma hexavalente pode interferir no consumo de oxigênio mitocondrial.

3. Material e métodos

3.1. Etapa 1

A presente pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira foi determinada a composição mineral das fontes salinas, realizada de março de 2011 a março de 2012, ao passo que na segunda foram confeccionados suplementos minerais para cordeiros a partir de fontes salinas, determinando-se o consumo de alimentos, água, digestibilidade dos alimentos e nutrientes.

Na etapa 1, foram coletadas amostras de água salina ou salobra, rejeito da dessalinização, erva-sal, resíduos salinos sólidos (RSS) oriundos de tanques aquícolas, e os sais provenientes de águas salinas e do rejeito da dessalinização. A quantidade de amostras coletadas variou conforme a disponibilidade das fontes, sendo colhidas dez amostras de erva-sal, dez amostras de águas salinas e salobras, dez RSS oriundos de tanques aquícolas, doze amostras de RSS obtidos a partir da secagem das águas salinas e salobras, quatro amostras do rejeito da dessalinização e cinco amostras de RSS provenientes do rejeito da dessalinização, totalizando 51 amostras com três repetições.

As águas salinas ou salobras foram retiradas de poços perfurados nos estados da Bahia, nos municípios de Jaguarari, Santa Brígida e Pintadas, em Pernambuco nos municípios de Lagoa Grande e Petrolina e no Ceará no município de Tauá, o rejeito da dessalinização foi coletado em unidades do programa “Água Doce” em Petrolina-PE, Tauá-CE, Santa Brígida-BA. A partir das águas e dos rejeitos, acima descritos foram também obtidos os RSS. As amostras de águas e rejeitos foram armazenadas em garrafas plásticas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal, armazenadas em *freezer*, até o momento de realização das análises químicas, quando foram descongeladas.

Para a obtenção dos sais presentes nestas amostras foram coletados aproximadamente 25 L de água ou de rejeito, os quais foram armazenados em tambores de polietileno com capacidade para 50 L. Em seguida, já no Laboratório de Nutrição Animal, as amostras foram distribuídas em bandejas plásticas (Figura 4a) e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 55°C até

evaporação da águas e obtenção do RSS. O resíduo sólido acumulado na bandeja foi recolhido (Figura 4b), amostrado e armazenado em vasilhas plásticas tipo coletor e encaminhados à análise química.

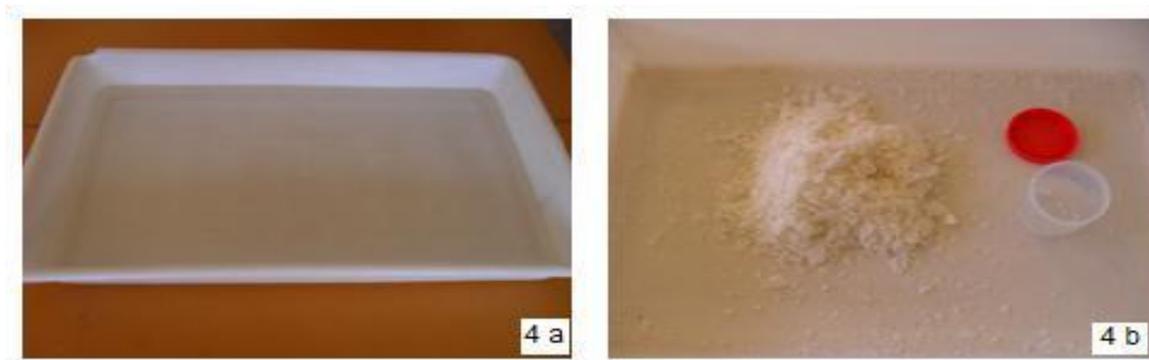


Figura 4. Água salina em bandeja plástica sendo encaminhada para estufa de circulação forçada de ar (4a), resíduo salino obtido após evaporação da água salina (4b).

Os RSS dos tanques aquícolas foram recolhidos diretamente dos tanques de criação, após as operações de despesca. As amostras obtidas foram armazenadas e em seguida encaminhadas para a secagem em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 55°C até geração do resíduo seco.

As amostras de erva-sal foram obtidas realizando-se o corte dos ramos com até 1,0 cm de diâmetro, em que o material cortado e colhido foi acondicionado em sacos plásticos, identificados e encaminhados ao Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido. Em seguida, as amostras foram pesadas e direcionadas à estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 55°C, mantidas por 72 horas. As amostras de erva-sal e de RSS dos tanques aquícolas, após a realização da pré-secagem foram trituradas em moinho de facas providos de peneira com malha de 1 mm, sendo o material resultante acondicionado em recipientes plásticos.

Todas as amostras obtidas tiveram suas composições minerais determinadas no Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido. Foram determinadas as concentrações de K, Ca, Mg, enxofre (S), Cu, Fe, Mn, Zn, Na, cloro (Cl), P, níquel (Ni), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e cromo (Cr), de acordo com metodologias descritas por Nogueira et al. (2005) e molibdênio (Mo) e cobalto (Co) com o uso de métodos colorimétricos por meio dos Kits MQuantTM apenas nas amostras de água e rejeito em que a metodologia se aplica. Os Kits para determinação de Co detectam

concentrações deste mineral nas concentrações de 10 – 30 – 100 – 300 – 1000 mg/L e para a determinação de molibdênio nas concentrações de 5 – 20 – 50 – 100 – 250 mg/L. As concentrações de N e B foram determinadas apenas nas amostras de erva-sal e RSS oriundo de tanques aquícolas, pois apresentam quantidade pouco significativa quando comparadas com as demais fontes salinas avaliadas.

A determinação da concentração dos minerais presentes na água salina, rejeito da dessalinização, RSS provenientes de águas salinas e rejeitos seguiram a mesma metodologia. Porém, para determinação dos minerais nos resíduos sólidos foi necessário efetuar a solubilização das amostras. Para isso 10 g de amostra foram solubilizadas em 150 mL de água deionizada. As concentrações dos minerais presentes na água salina, rejeito e nos seus respectivos RSS foram obtidos em g ou mg/L, no entanto, os valores dos RSS da água salina e rejeito foram convertidos em g ou mg/Kg.

As determinações de Na e K foram efetuadas por fotometria de chama, enquanto as concentrações de Ca e Mg foram realizadas por titulometria determinando-se os teores de Ca e, posteriormente, de Ca + Mg e, por diferença a concentração de Mg. As determinações das concentrações de Cl e S foram efetuadas de forma indireta, obtendo-se primeiro a concentração de cloretos e sulfatos e posteriormente considerando o peso atômico molecular determinou-se as concentrações de S e Cl.

O P foi determinado com o uso de espectrofotômetro molecular e a leitura dos metais pesados: Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr foram efetuadas em espectrômetro de absorção atômica, modelo *Analyst 100 (Perkin Elmer)*.

Para determinação dos minerais na erva-sal e no RSS oriundo de tanques aquícolas, exceto para Cl, foi efetuada a decomposição do material vegetal com digestão via úmida utilizando solução nítri-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$), na proporção de 2:1 em alta temperatura até atingir 210°C. Para a determinação de Cl foi realizada extração do mineral via água seguindo metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). As determinações de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd e Cr foram realizadas com o uso de espectrofotômetro de absorção atômica modelo *Analyst 100 (Perkin Elmer)*, enquanto a determinação de Na e K foi feita com o uso de fotômetro de chama, ao passo que a determinação dos teores de P e S foram realizadas em espectrofotômetro de absorção molecular nos comprimentos de ondas de 650 nm para P e de 440 nm para o S.

Os dados obtidos foram apresentados na forma de estatística descritiva (médias e desvios-padrões).

3.2. Etapa 2

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga no Setor de Metabolismo Animal pertencente à Embrapa Semiárido, situado no município de Petrolina/PE. O estudo foi realizado durante o mês de agosto de 2012, tendo o período experimental a duração de 20 dias com os 15 primeiros destinados a adaptação e os 5 dias restantes para a coleta de dados. Durante o período experimental foram registradas as temperaturas máxima (máx), mínima (mín) através de termohigrometro digital instalados à um metro e meio do piso em diferentes pontos do galpão (Figura 5).

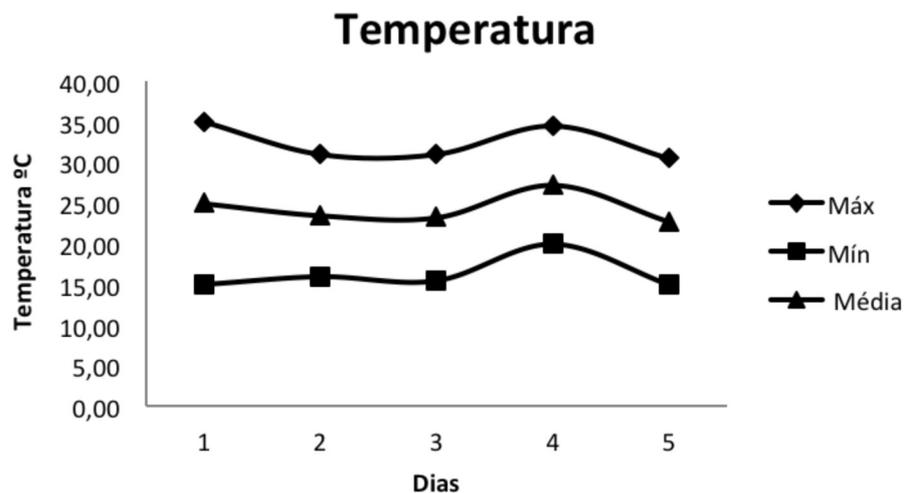


Figura 5. Temperatura máxima (Máx), mínima (Mín) e média (Média) durante os cinco dias de coleta.

Foram utilizados 24 ovinos machos, castrados, sem padrão racial definido com peso corporal (PC) médio de $19,72 \pm 2,52$ kg, distribuídos em três tratamentos com oito repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Os animais utilizados

foram previamente pesados, identificados com brincos auriculares, receberam aplicação de anti-helmíntico e foram alocados em gaiolas metabólicas providas de bebedouro, comedouro e saleiro.

Foram avaliados três suplementos minerais, sendo um, denominado “testemunha” (suplemento mineral comercial) e os outros dois constituídos com resíduos salinos sólidos (RSS), oriundo de tanque aquícola (RSS aquícola) e do rejeito (RSS rejeito) que apresentaram a seguinte composição química (Tabela 4).

Tabela 4. Composição química dos resíduos salinos sólidos (RSS) oriundo da aquíicultura (RSS aquícola) e do rejeito da dessalinização (RSS rejeito)

Minerais	Unidade	Quantidade	
		RSS aquícola	RSS rejeito
N	g	21,1	0,0
P	g	3,07	2,62
K	g	3,11	3,37
Ca	g	79,46	37,0
Mg	g	2,26	70,62
S	g	5,98	19,94
Na	g	5,11	580,88
Cl	g	0,02	423,0
B	mg	16.514,00	0,0
Cu	mg	16,9	0,39
Fe	mg	1.241,30	6,96
Mn	mg	192,9	34,8
Zn	mg	225,50	173,9
Ni	mg	43,9	0,57
Pb	mg	40,90	0,30
Cd	mg	5,51	0,15
Cr	mg	24,40	0,23

N=nitrogênio, Ca=cálcio, Mg=magnésio, Na=sódio, K=potássio, S=enxofre, Cl=cloro, P=fósforo, Cu = cobre, Fe=ferro, Mn=manganês, Zn=zinco, Ni=níquel, Pb=chumbo, Cd=cádmio, Cr=cromo.

Para a confecção dos suplementos constituídos de RSS oriundos do tanque aquícola e do rejeito foi necessário a maceração destas fontes salinas em almofariz até que apresentassem aspecto farelado. Posteriormente, foi efetuada a inclusão de outras fontes minerais como: fosfato bicálcico, calcário calcítico, sulfatos de zinco, cobre, cobalto e manganês, selenito de sódio, iodato de cálcio, enxofre ventilado e cloreto de sódio, padronizando a inclusão dos RSS em 20% da MS dos suplementos minerais.

Os suplementos minerais confeccionados com os RSS foram formulados para apresentar constituição similar aos suplementos minerais para ovinos disponíveis no mercado. Para tanto, realizou-se levantamento da constituição dos suplementos minerais para ovinos de quinze empresas brasileiras identificando a quantidade e os minerais presentes (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração de macro e microminerais em suplemento mineral de quinze empresas brasileiras

Empresas	Na	P	Ca	S	Mg	Fe	Mn	Se	Zn	Co	Cu	Cr	Ni	Mo	I
	g/kg					mg/kg									
A	140	75	170	13	8	1400	500	32	1600	24	300	.	.	.	130
B	147	80	120	18	.	.	1320	18	2730	44	.	.	.	.	88
C	108	80	177	20	.	.	1200	15	3000	40	550	.	.	.	60
D	152	60	130	10	6	1400	1820	15	2730	50	.	.	.	.	74
E	120	85	165	35	10	.	2180	14	2800	44	756	.	.	.	56
F	140	85	136	24	15	2000	1400	18	4400	48	500	.	.	.	75
G	110	60	134	12	10	2500	4500	30	6000	150	.	.	.	.	60
H	109	85	170	12	16	1620	1010	10	4000	30	800	.	.	.	41
I	148	65	130	21	11	1850	1350	20	1900	40	200	.	.	.	71
J	78	27	205	.	.	1580	1250	3	1700	6	.	.	.	.	25
L	100	65	140	12	11	2000	1100	30	6000	135	.	.	20	.	195
M	90	75	220	10	5	400	1845	24	3060	20	.	.	.	.	40
N	147	87	120	18	.	1800	1300	15	3800	40	590	20	.	300	80
O	133	80	140	12	7	1500	800	15	4200	100	300	.	.	.	150
P	148	70	140	12	1	2200	3690	45	4700	140	.	.	.	.	61
Média	125	71	152	15	9	1688	1649	21	3508	62	463	20	20	300	82
DP	22	11	26	4	4	371	751	8	1139	40	168	0	0	0	33

DP= desvio padrão

Com base nos resultados médios para cada mineral verificados na Tabela 4, foi feita a formulação dos suplementos minerais disponibilizados aos animais que apresentaram a seguinte constituição (Tabela 6).

Tabela 6. Composição dos ingredientes e a concentração dos minerais presentes nos suplementos minerais utilizados no experimento (g/kg)

Fonte mineral	Quantidade	
	RSS rejeito	RSS aquícola
RSS rejeito	200,00	-
RSS aquícola	-	200,00
Fosfato bicálcico	376,50	373,00
Sulfato Zinco	7,36	7,36
Sulfato cobre	1,69	1,68
Sulfato manganês	4,10	4,91
Selenito sódio	0,05	0,05
Iodato cálcio	0,12	0,12
Enxofre ventilado	12,00	10,00
Plante cobalto	0,31	0,31
Cloreto sódio	265,00	298,00
Calcário calcítico	133,00	105,00

Concentração de minerais nos suplementos ofertados aos ovinos			
Minerais	Testemunha	RSS rejeito	RSS aquícola
P (g/kg)	81,10	73,79	71,00
K (g/kg)	0,99	1,02	1,04
Ca (g/kg)	197,63	145,78	193,11
Mg (g/kg)	15,18	7,17	6,62
S (g/kg)	9,29	9,80	10,67
Na (g/kg)	135,32	220,05	185,44
Cu (g/kg)	0,06	0,26	0,28
Fe (mg/kg)	4,56	5,51	5,52
Mn (mg/kg)	1,31	1,01	1,14
Zn (mg/kg)	1,92	0,72	0,84

N = nitrogênio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Na = sódio, K, Potássio, S = Enxofre, Cl = cloro, P = Fósforo, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Cr = cromo.

A ração experimental foi constituída de feno de capim-tifton 85, com composição-química apresentada na Tabela 7, além de suplemento mineral e água. O feno de capim-tifton foi desintegrado em picadeira estacionária e fornecido duas vezes ao dia, às 8h30 e às 15h00 h. A quantidade de feno ofertada foi calculada

diariamente em função do consumo do dia anterior considerando sobras de até 10%. Diariamente foram ofertados 30,0 g do suplemento mineral e 4,0 kg de água por animal.

Tabela 7. Composição química-bromatológica, em % da matéria seca (MS) do feno de capim-tifton 85 fornecido aos animais

Item	% Matéria seca
Matéria Seca, % do alimento	87,20
Matéria orgânica	92,75
Proteína bruta	11,32
Matéria mineral	7,25
Extrato etéreo	1,89
Carboidratos totais	79,53
Carboidratos não fibrosos	5,60
Fibra em detergente neutro	73,94
Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína	71,15
Fibra em detergente ácido	37,25
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro	0,55
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido	0,20
Lignina	7,58
Cinzas insolúveis em detergente neutro	0,20
Proteína insolúvel em detergente neutro	2,73

Durante o período de coleta de dados foi registrado o consumo voluntário de suplemento mineral, de água e feno, além da quantificação da produção fecal e urinária. Foram registradas as quantidades ofertadas e as sobras em intervalo de 24 horas. Neste período também foram retiradas amostras de alimentos, água, suplemento mineral, fezes e urina que foram armazenadas em *freezer*, a exceção do suplemento mineral, que foi armazenado em temperatura ambiente.

Para realizar a coleta de fezes foi colocado nos animais bolsas de napa fixadas por meio de arreios. As bolsas foram esvaziadas duas vezes ao dia, às 8:00 h e às 15:00 h, sendo recolhidas apenas 10% do total de fezes produzidas pelos animais.

Para a coleta de urina foram posicionados sob as gaiolas, baldes plásticos devidamente higienizados contendo 100 mL de ácido sulfúrico a 10%. A urina recolhida foi filtrada em peneira de malha fina contendo gaze e quantificada com o uso de proveta graduada. Após a mensuração do volume a urina foi armazenada em recipiente plástico para análise posterior.

Todas as amostras de fezes, alimentos e sobras foram pré-secadas em estufa de circulação forçada de ar a 55° C por 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho de facas com peneira de malha de 1mm. Estas amostras foram misturadas para formar uma amostra composta e posteriormente analisada.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido, determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), e proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDN cp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina de acordo com metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). As determinações dos compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) e neutro (NIDN) foram realizadas conforme Licitra et al. (1996).

Para estimar os teores de carboidratos totais (CHT), foi usada a equação proposta por Sniffen et al. (1992), em que $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e para estimar os carboidratos não fibrosos utilizou a equação onde, $CNF (\%) = \%CHT - \%FDN$ como preconizada por Hall et al. (1999).

No Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido foram determinadas as concentrações de minerais (nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), sódio (Na), cloro (Cl), fósforo (P), níquel (Ni), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e cromo (Cr)) presentes nas amostras de alimentos, sobras, fezes, urina e água de acordo com metodologias descritas por Nogueira et al. (2005).

Os consumos de matéria seca (CMS) e dos nutrientes em g/animal/dia, foram estimados de acordo com as seguintes equações: consumo (C) (g/animal/dia) = quantidade de MS, MO, PB, FDN, MM, EE, CHT e CNF fornecida – quantidade de MS, MO, PB, FDN, MM, EE, CHT, CNF nas sobras.

A digestibilidade *in vivo* da MS foi estimada pelo método de coleta total de fezes, sendo que a digestibilidade aparente (DA) da MO, PB, e a digestibilidade total da MS e FDN expressa em porcentagem, foram calculadas por meio da equação

proposta por Silva e Leão (1979): $D = [(MS \text{ ou nutrientes ingeridos (g)} - MS \text{ ou nutrientes nas fezes (g)}) / (MS \text{ ou nutrientes ingeridos (g)})] * 100$.

O consumo de água foi estimado por meio da equação: $CA = (AO - SA) - AEVP$, sendo que AO = água ofertada, SA = sobra de água e AEVP = água evaporada. Já o consumo de suplemento mineral foi determinado através da seguinte equação: $CSM = SMO - SSM$. Em que CSM = consumo de suplemento mineral, SMO = suplemento mineral ofertado e SSM = sobras de suplemento mineral.

Para determinar o consumo e excreção de nitrogênio, foi realizada análise nas amostras da dieta ofertada e nas sobras, bem como nas fezes e urinas de cada animal, conhecendo a concentração de nitrogênio em cada amostragem, realizando então o balanço de nitrogênio (BN) através da equação: $BN = N \text{ consumido} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina})$ e a porcentagem do nitrogênio retido: $\text{utilização líquida} = (BN \times 100) / N\text{-consumido}$.

As análises estatísticas foram realizadas com o uso do *Statistical Analysis System* – SAS (2002) efetuando-se a análise de variância seguida pelo teste de médias (Tukey), considerando-se como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$).

4. Resultados e discussão

4.1. Etapa 1

Das amostras de água analisadas, os macronutrientes em maiores concentrações foram, na sequência Cl, Mg, Ca e Na com valores médios de 1,01 g/L, 0,27 g/L; 0,24 g/L e 0,23 g/L. O Cl foi também o elemento com maior variação, de 0,43 g/L a 2,58 g/L. O teor médio de S foi de 0,10 g/L, enquanto o de K foi 0,01 g/L (Tabela 8). Com relação ao teor de P, nas amostras de água analisadas esse elemento foi encontrado em baixíssimas concentrações 0,08 mg/L (Tabela 8), ou seja para o mineral de maior demanda nutricional de animais ruminantes no Brasil, essas águas não trariam contribuições significativas.

Com relação ao Mg, Ayers e Westcot (1991) afirmam que o limite máximo de tolerância desse mineral para ovinos varia de 250 mg/L a 500 mg/L, dependendo da fase fisiológica, categoria do animal e peso adulto. Em média, nas amostras de água avaliadas foram verificadas concentrações de 0,27 g/L de Mg, o que corresponde a 270 mg/L do elemento ultrapassando o limite máximo de tolerância para cordeiros, por exemplo. Por outro lado, houveram amostras de água com concentrações de Mg superiores aos limites máximos a animais adultos com elevado peso corporal, não sendo recomendadas para a dessedentação de rebanhos ovinos. O excesso de Mg pode causar distúrbios digestivos, como a diarreia (BRITO et al., 2007). O Mg é um íon polivalente pouco absorvível que em excesso provoca acúmulo de grande volume de fluido no intestino (OLIVEIRA, 2009) devido a pressão osmótica que busca equilibrar a concentração de Mg dentro e fora da célula, sendo que o excesso de água provoca o peristaltismo e com isso ocorre a diarreia.

Tabela 8. Concentração de macrominerais (g/L) presentes em água salina obtidas de poços na região semiárida

Amostra	Ca	Mg	Na	K	S	Cl	P*
1	0,21	0,08	0,12	0,01	0,08	0,43	0,03
2	0,2	0,18	0,22	0,01	0,16	0,74	-
3	0,22	0,54	0,18	0,02	0,2	1,43	-
4	0,16	0,29	0,22	0,02	0,04	1,06	0,25
5	0,51	0,66	0,76	0,02	0,12	2,58	0,01
6	0,18	0,13	0,26	0,01	0,11	0,74	0,04
7	0,45	0,14	0,14	0,02	0,07	0,67	0,14
8	0,17	0,2	0,16	0,02	0,1	0,77	-
9	0,19	0,42	0,13	0,02	0,06	1,36	0,09
10	0,11	0,08	0,06	0,01	0,08	0,35	0,06
Média	0,24	0,27	0,23	0,01	0,10	1,01	0,08
DP	0,13	0,20	0,20	0,01	0,05	0,65	0,08

P* = fósforo (mg/L), K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Na = sódio, Cl = cloro. DP = desvio-padrão.

De acordo com o NRC (2007) em que são descritas as exigências nutricionais de caprinos e ovinos, para um ovino em crescimento com 20 kg de peso corporal, quatro meses de idade, maturidade tardia, ganho de peso de 100 g/dia e consumo de MS de 630 g/dia, as necessidades diárias de macrominerais serão: 2,30 g de Ca; 1,50 g de P; 0,40 g de Na; 0,30 g de Cl; 2,90 g de K, 0,60 g de Mg e 1,10 g de S, além de ingestão de água de 1,44 kg/dia, considerando a equação CTA (Consumo total de água em kg/dia) = Consumo de MS x 3,86 – 0,99. Considerando a concentração média das águas e a ingestão de 1,44 kg/dia, a contribuição seria 0,35 g de Ca; 0,33 g de Na; 1,45 g de Cl; 0,01 g de K; 0,39 g de Mg e 0,14 g de S, superando, portanto, as exigências diárias de Cl, atendendo em 15,00% de Ca; 82,80% de Na; 0,50% de K; 64,8% de Mg e 13,00% de S e não contribuindo com o atendimento das exigências diárias de P.

Essa participação das águas salinas e salobras em relação a nutrição mineral dos animais, implica no mínimo na necessidade de alterações nos suplementos minerais, individualizando o fornecimento de minerais para as diferentes situações, evitando excessos e deficiências minerais.

No caso dos microminerais, o Fe foi o elemento com maior concentração nas amostras de águas analisadas com 1,36 mg/L, com elevada variação, seguido por Mn, Pb, Ni, Zn, Cr e Cu que apresentaram valores médios de 0,27 mg/L; 0,10 mg/L; 0,08 mg/L; 0,07 mg/L; 0,04 mg/L e 0,04 mg/L. Em média, o Cd foi obtido em baixa concentração (0,02 mg/L), enquanto Mo e Co não foram detectados nas amostras avaliadas (Tabela 9).

As concentrações de Mn são superiores aos valores descritos por Runyan e Bader (1994), em que segundo esses autores os limites máximos toleráveis de micronutrientes na água de beber de animais domésticos seriam: 0,05; 1,00; 1,00; 0,50; 0,10; 0,05; 24,00 mg/L para Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Zn, respectivamente. Os demais microelementos estariam com concentrações dentro dos limites normais para a ingestão por animais domésticos. No entanto, duas das amostras apresentam concentrações de Cd acima dos limites recomendáveis, ao passo que três amostras de Pb estão acima dos valores recomendados e uma apresenta concentrações no limite. Com relação ao Mn, quatro amostras apresentam concentrações superiores às recomendadas, não sendo recomendado o fornecimento dessas águas aos animais domésticos a fim de evitar intoxicações e contaminações. O excesso de Mn pode interferir no metabolismo do Fe, reduzindo as concentrações de Fe no plasma (GRACE, 1973).

Tabela 9. Concentração de microminerais (mg/L) presentes em água salina obtidas de poços na região semiárida

Amostra	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Cd	Pb	Cr
1	0,01	0,14	0,04	0,08	0,09	0,01	0,01	0,03
2	0,03	0,92	0,01	0,06	0,08	0,01	0,03	0,06
3	0,23	0,19	0,06	0,25	0,10	0,00	0,22	0,05
4	0,01	11,2	2,18	0,07	0,15	0,00	0,10	0,05
5	0,01	0,11	0,10	0,06	0,16	0,00	0,24	0,06
6	0,01	0,06	0,18	0,06	0,11	0,01	0,09	0,03
7	0,02	0,05	0,03	0,03	0,11	0,00	0,09	0,04
8	0,01	0,06	0,02	0,04	0,05	0,00	0,11	0,04
9	0,02	0,42	0,03	0,02	0,00	0,06	0,01	0,00
10	0,01	0,44	0,04	0,02	0,00	0,08	0,00	0,04
Média	0,04	1,36	0,27	0,07	0,08	0,02	0,10	0,04
DP	0,07	3,48	0,67	0,07	0,05	0,03	0,08	0,02

Mo* = molibdênio, Co* = cobalto, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Cd = cádmio, Pb = chumbo, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.

¹

Pode-se destacar no RSS oriundo de água salina, quantidade considerada de Na (402,0 g/kg) e Cl (412,0 g/kg) (Tabela 10). Estas quantidades se assemelham as concentrações observadas no cloreto de sódio (NaCl) que é a principal fonte destes minerais usadas nas formulações de misturas minerais para ruminantes que apresentam 400 e 600,0 g de Na e Cl por quilo do produto, respectivamente.

Em vista das concentrações de Na e Cl encontrados no RSS oriundo de água salina este pode ser um possível substituto do cloreto de sódio, apresentando ainda na sua constituição quantidade de Ca. Em média esta fonte bioessencial possui 79,5 g/kg de Ca quantidade que permite reduzir em 15% a necessidade deste mineral de outras fontes externas, considerando que em média os suplementos minerais para ovinos apresentem 300 g de NaCl e 152,0 g de Ca por quilo do produto.

¹ Não foram detectadas concentrações de Mo e Co.

Apesar de estarem em pequenas quantidades é verificado em média 59,49; 3,21; 19,91; 1,83 g/kg de Mg, K, S e P, respectivamente.

Tabela 10. Concentração de macrominerais (g/kg) presentes em amostras de sais obtidos através da água salina

Amostra	Ca	Mg	Na	K	S	Cl	P
1	124,20	79,39	322,00	4,68	13,88	405,90	1,27
2	76,00	69,11	276,00	3,67	20,47	407,68	0,98
3	80,00	57,03	460,00	2,26	20,02	400,59	2,66
4	76,20	46,85	460,00	2,11	20,21	393,50	3,63
5	108,36	79,17	391,00	1,01	15,62	451,99	1,70
6	60,12	41,33	506,00	4,68	18,53	421,50	1,41
7	104,76	80,85	368,00	1,17	15,27	356,27	1,27
8	80,00	65,80	414,00	4,99	19,45	434,26	1,63
9	160,24	60,17	230,00	4,84	14,98	384,63	2,56
10	53,47	58,25	483,05	5,85	28,75	467,99	1,27
11	28,92	31,09	414,04	2,46	31,51	292,49	2,35
12	1,68	44,78	621,00	0,78	20,28	412,99	1,27
Média	79,50	59,49	412,09	3,21	19,91	402,48	1,83
DP	40,50	15,52	101,77	1,71	5,13	43,68	0,76

Ca = cálcio, Mg = magnésio, Na = sódio, K, Potássio, S = Enxofre, Cl = cloro, P = Fósforo. DP = desvio-padrão.

Ao contrário da concentração de macrominerais presentes nesta fonte bioessalina os microminerais se encontram em baixíssimas quantidades (Tabela 11) sendo necessária inclusão de fontes de microminerais caso esta fonte seja utilizada na formulação de misturas minerais. Quanto a presença de metais pesados foi

verificado apenas na amostra 6 quantidade de Cd acima do permitido para suplementos minerais que é de 0,5 mg/kg (MARÇAL et al., 2004).

Tabela 11. Concentração de microminerais (mg/kg) presentes em amostras de sais obtidos através da água salina

Amostra	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd	Cr
1	0,20	2,00	0,40	0,42	1,70	5,50	0,14	0,91
2	0,43	17,50	0,40	0,50	0,40	5,00	0,26	1,25
3	0,26	10,00	0,19	0,70	1,50	2,51	0,17	1,25
4	0,23	3,85	0,50	0,35	0,00	0,35	0,00	0,81
5	0,26	2,40	0,50	1,00	0,00	0,00	0,06	0,65
6	0,28	17,00	0,35	8,50	0,00	0,00	2,00	0,35
7	0,45	2,00	0,50	0,50	1,00	6,00	0,07	0,55
8	0,44	9,45	0,67	0,30	1,21	0,56	0,14	0,05
9	0,45	3,80	1,37	0,53	0,66	0,84	0,50	0,30
10	0,55	9,30	0,88	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,47	8,48	15,75	2,25	0,00	1,80	0,00	1,05
12	0,20	4,50	0,50	0,45	0,15	1,51	0,02	0,73
Média	0,35	7,52	1,83	1,33	0,55	2,00	0,28	0,66
DP	0,12	5,22	4,21	2,22	0,62	2,16	0,54	0,41

Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.

A possibilidade de substituir totalmente o cloreto de sódio pelo RSS oriundo de água salina em virtude das concentrações de Na e Cl pode representar uma redução nos custos de uma mistura mineral já que o RSS oriundo da água salina pode ser obtido na propriedade com custos menores além de possibilitar a utilização da água salina que na maioria dos casos não é ou é pouco aproveitada.

No rejeito da dessalinização foram verificadas maiores concentrações dos macrominerais Ca, Mg, Na, Cl e S (Tabela 12) em comparação com os demais elementos listados. Em média, os teores de Ca, Mg, Na, Cl e S foram 0,38; 0,31 e 0,14; 1,15; 0,15 g/L, respectivamente.

Tendo como referência a ingestão de 1,44 L de água/dia por ovino com 20 kg de peso corporal, e usando esse mesmo valor para a ingestão do rejeito da dessalinização, e considerando as concentrações de macro e microminerais obtidas, as exigências em Cl seriam superadas com a ingestão do rejeito, ao passo que seriam atendidas 23,4%; 74,4%; 50,0%; 1,0%; 4,8% e 19,6% das necessidades diárias de Ca, Mg, Na, K, P e S respectivamente.

Tabela 12. Concentração de macrominerais (g/L) presentes no rejeito da dessalinização

Amostra	Ca	Mg	Na	K	S	Cl	P
1	0,22	0,59	0,17	0,02	0,16	1,50	0,03
2	0,51	0,32	0,16	0,02	0,16	1,32	0,09
3	0,25	0,18	0,13	0,02	0,19	0,7	0,06
4	0,56	0,13	0,08	0,02	0,07	1,11	0,04
Média	0,38	0,31	0,14	0,02	0,15	1,15	0,05
DP	0,17	0,21	0,04	0,00	0,05	0,36	0,03

Ca = cálcio, Mg = magnésio, Na = sódio, K, Potássio, S = Enxofre, Cl = cloro, P = Fósforo. DP = desvio-padrão.

O rejeito da dessalinização também apresentou baixa quantidade de microminerais Mo, Co, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr (Tabela 13) e quantidade de metais pesados dentro da faixa limite de tolerância descrita por Runyan e Bader (1994).

Com relação aos microminerais (Cu, Fe, Mn, Zn), a participação do rejeito da dessalinização no suprimento das necessidades diárias do animal é inferior em relação aos macros, sendo que o atendimento das necessidades diárias Cu, Fe, Mn, Zn via rejeito seriam de 0,73%; 1,30%, 0,26% e 0,24%, respectivamente.

O fornecimento de minerais através da água ingerida pode ainda ser aumentado, pois, verifica-se que animais consumindo águas com elevado teor de salinidade tendem a aumentar o consumo destas (ALBUQUERQUE 2012; ALVES 2012). Albuquerque, 2012 trabalhando com ovinos confinados, mestiços Santa Inês, e fornecendo água que variaram de 640 a 8.326 mg/L de NaCl verificou aumento no consumo de água de 1,52 a 1,96 L/dia, respectivamente.

Considerando as necessidades diárias de minerais para ovinos com PC de 20 kg, citadas acima, ingestão de água 1,96 L/dia e as concentrações dos minerais no rejeito da dessalinização pode-se estimar um consumo de 0,74g de Ca; 0,60g Mg; 0,27 g Na, 0,039 K; 2,25g Cl e 0,098g P, o que resultaria no atendimento das necessidades totais de Cl e Mg enquanto as necessidades de Ca, Na, K, S e P seriam atendidas em 32%; 67,5%; 1,34%; 26,36%; 14,7%. Para os microminerais, Cu, Fe, Mn, Zn, as necessidades seriam atendidas em 1,61%; 3,53%; 0,65%; 0,60%, respectivamente.

Comparando a ingestão de minerais quando os animais consomem 1,44 e 1,96 L/dia o consumo de 1,96 L/dia de água proporcionaria um aumento na ingestão de minerais de 8,6; 17,5; 0,34; 6,76; 14,7 para Ca, Na, K, S e P enquanto as necessidades de Cl e Mg seriam atendidas.

Tabela 13. Concentração de microminerais (mg/L) presentes no rejeito da dessalinização

Amostra	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Cr
1	0,007	0,230	0,006	0,018	0,026	0,076	0,016
2	0,020	0,263	0,036	0,019	0,025	0,116	0,025
3	0,006	0,350	0,016	0,030	0,015	0,030	0,037
4	0,031	0,316	0,030	0,022	0,030	0,000	0,000
Média	0,016	0,290	0,022	0,022	0,024	0,056	0,019
DP	0,012	0,054	0,014	0,006	0,006	0,051	0,016

Mo* = molibdênio, Co* = cobalto, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Cd* = cádmio, Pb = chumbo, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.²

² Não foram detectadas concentrações de Mo e Co.

A concentração dos minerais do RSS do rejeito da dessalinização reflete a constituição química do próprio rejeito, com maior prevalência dos minerais Na e Cl (Tabela 14). Os elementos Na e Cl foram obtidos em concentrações médias de 508,0 e 400,0 g/kg, respectivamente, ou seja tendo 10% mais Na em comparação ao cloreto de sódio (NaCl) e 20% menos cloreto em relação a essa mesma fonte, indicativo que os RSS provenientes de rejeito da dessalinização podem se constituir em fontes de Na e Cl para suplementos minerais.

Tabela 14. Concentração de macrominerais (g/kg) presentes em sais obtidos do rejeito da dessalinização

Amostra	Ca	Mg	Na	K	S	Cl	P
1	15,50	20,11	690,00	0,94	19,02	298,67	3,46
2	21,78	27,68	563,50	3,20	19,48	458,19	2,45
3	89,20	69,18	368,00	5,15	18,53	450,22	1,27
4	21,48	165,51	414,00	4,21	22,71	485,67	3,28
Média	36,99	70,62	508,88	3,37	19,94	423,18	2,62
DP	34,93	66,84	146,78	1,81	1,89	84,39	1,00

Ca = cálcio, Mg = magnésio, Na = sódio, K, Potássio, S = Enxofre, Cl = cloro, P = Fósforo. DP = desvio-padrão.

O teor de Ca no RSS do rejeito da dessalinização foi em média de 3,7% da MS, entretanto uma das amostras apresentou concentração de 8,9% da MS, aproximando-se da concentração observada no fosfato monocálcico com 15,9% da MS que é usada na elaboração de suplementos minerais. No caso do Mg, em médias as concentrações observadas foram de 7,06% da MS, mas uma das amostras apresentou 16,55% da MS com teores próximos ao carbonato de magnésio com 28,8% de Mg de MS. O S, K e P tiveram baixas concentrações nesse resíduo sólido, o que proporcionou alta relação Ca:P, superior a 14:1.

Os microminerais estão presentes em pequenas quantidades (Tabela 15) quando comparados com as fontes tradicionais como sulfatos de Cu, Mn e Zn além de apresentarem em algumas amostras quantidade de Pb e Cd acima do

recomendado. De acordo com Marçal et al. (2004) para Pb o máximo permitido é de 30 mg/kg enquanto para o Cd o máximo permitido é de 0,5 mg/kg.

Tabela 15. Concentração de microminerais (mg/kg) presentes em sais obtidos do rejeito da dessalinização

Amostra	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd	Cr
1	0,37	6,48	32,38	161,88	0,32	0,00	0,24	0,00
2	0,18	5,50	27,50	137,50	0,13	0,30	0,03	0,51
3	0,27	2,85	14,25	71,25	0,33	0,00	0,23	0,00
4	0,72	13,00	65,00	325,00	1,50	0,91	0,08	0,41
Média	0,39	6,96	34,78	173,91	0,57	0,30	0,15	0,23
DP	0,24	4,31	21,55	107,76	0,63	0,43	0,11	0,27

Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.

O RSS oriundo de tanques aquícolas foi heterogêneo em relação a concentração dos elementos minerais a partir das diferentes despescas (Tabelas 16 e 17), tendo amostras com baixas concentrações e outras elevadas. O Ca, por exemplo, variou de 29,25 g/kg a 120 g/kg, enquanto o K variou de 0,297 a 19,61 g/kg e o Na de 0,94 a 14,46 g/kg.

Foi observada baixa concentração dos principais elementos minerais presentes nos suplementos minerais comerciais, a exemplo do Ca e P. Na média, os RSS oriundos de tanques aquícolas apresentaram 8% de Ca e 0,3% de P na matéria seca (MS), valores inferiores quando comparados a fontes minerais tradicionais, como o fosfato bicálcico que possui 25% e 18%, respectivamente de P e Ca, o superfosfato triplo que apresenta cerca de 20% de P e o calcário calcítico com 36% de Ca na MS.

Ainda com relação ao P, tendo como referência o maior valor obtido, da ordem de 0,56% da MS, ainda fica bastante distante da farinha de ossos autoclavada que dentre as fontes tradicionais é aquela com menor teor de P, cerca de 14,5% da MS. Por outro lado, a maior concentração de Ca (12% da MS) obtida no RSS, aproxima-

se dos teores encontrados no fosfato monocálcico que possui em torno de 15,9% de Ca na MS, tendo, portanto o RSS maior contribuição em Ca em comparação com o P.

Tabela 16. Composição de macrominerais (g/kg) do resíduo salino sólido proveniente de tanques aquícolas abastecidos com rejeito da dessalinização

Despesca	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
1	15,52	2,89	0,29	29,50	1,63	4,50	0,94	0,02
2	31,18	5,64	19,61	29,25	1,50	3,35	1,60	0,03
3	25,40	3,92	3,70	52,50	2,95	3,33	1,66	0,05
4	24,07	4,57	3,09	63,50	3,15	5,58	14,46	0,03
5	11,31	0,94	0,57	106,00	2,35	7,50	3,96	0,00
6	21,03	3,79	0,57	101,00	2,00	8,83	4,81	0,01
7	23,93	1,93	0,57	95,35	1,65	5,38	6,01	0,01
8	18,85	2,76	0,57	99,00	1,30	5,42	4,67	0,01
9	18,71	2,87	1,58	98,50	3,35	7,97	9,39	0,01
10	11,02	1,37	0,57	120,00	2,70	8,00	3,65	0,00
Média	20,10	3,07	3,11	79,46	2,26	5,98	5,11	0,02
DP	6,38	1,45	5,92	33,01	0,75	1,98	4,11	0,02

N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Na = sódio, Cl = cloro. DP = desvio-padrão.

Um dos pontos de destaque do RSS é a presença, em média, de 2,0% de N na MS (Tabela 16), equivalente a 12,5% de proteína bruta (PB), o que provavelmente ocorreu pelas rações de peixes serem ricas em PB, gerando resíduos e excretas com altos teores de N, que foram acumulados no fundo do tanque. Essa

concentração de N é superior aos 7% de PB na MS, considerados como exigências mínimas de N para o rúmen, a fim de possibilitar o crescimento microbiano (MOREIRA et al., 2003) e também maior aos teores de PB de *Brachiaria brizantha* cultivares Marandu, Xaraés e Piatã na condição de pré-pastejo, quantificado no estudo conduzido por Euclides et al. (2009) no município de Campo Grande/MS.

Para os elementos K, Mg, S, Na e Cl os valores médios encontrados (Tabela 16) também foram baixos em comparação com as fontes tradicionais desses elementos (Tabela 2), entretanto com a inclusão do RSS na dieta do animal, na ração ou suplemento mineral, haverá contribuição do RSS no fornecimento desses minerais, os quais deverão ser levados em consideração na suplementação mineral.

Com relação aos microminerais, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd e Cr os teores encontrados foram baixos (Tabela 17) também em comparação com as fontes normalmente utilizadas para elaboração de suplementos minerais para ruminantes. O Fe foi obtido na concentração de 0,01% da MS do RSS, bem abaixo dos teores encontrados no carbonato ferroso e no fosfato ferroso anidro, com 41,7% e 36,7% da MS, respectivamente.

Tabela 17. Composição de microminerais (mg/kg) do resíduo salino sólido oriundo de tanques aquícolas abastecidos com rejeito da dessalinização

Despesca	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd	Cr
1	20.430,0	29,0	231,5	80,7	300,0	47,3	57,3	5,8	20,2
2	31.610,0	31,0	397,5	88,6	245,0	54,6	82,3	3,0	66,9
3	8.535,0	16,5	274,0	302,0	145,0	40,7	25,7	3,4	0,0
4	30.410,0	21,5	3.120,0	82,0	215,0	47,7	74,0	5,8	73,5
5	19.830,0	8,0	1.385,0	49,2	195,0	46,0	22,4	5,7	10,7
6	5.050,0	14,0	1.280,0	111,0	150,0	39,7	32,3	6,8	7,5
7	6.250,0	16,0	1.170,0	95,1	215,0	38,5	22,9	9,7	5,4
8	5.170,0	10,5	740,0	99,4	125,0	45,5	22,9	9,8	19,5
9	17.425,0	15,0	2.215,0	972,0	345,0	38,3	41,0	0,0	30,0
10	20.430,0	8,0	1.600,0	49,4	320,0	41,0	28,1	5,0	10,6
Média	16.514,0	16,9	1.241,3	192,9	225,5	43,9	40,9	5,5	24,4
DP	9.958,8	8,0	916,0	283,0	76,4	5,2	22,4	3,0	25,6

B = boro, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.

Quanto aos metais pesados, os valores médios de Pb e Cd estão acima da faixa considerada normal para fontes minerais (MARÇAL et al., 2003). Todavia, em alguns dos tanques coletados as concentrações foram inferiores aos limites máximos. Para o Pb, até 30 mg/kg é considerada como concentração adequada, enquanto para o Cd esse valor é de até 0,5 mg/kg (MARÇAL et al., 1998). É importante identificar a origem dos metais pesados presentes no RSS, a fim de reduzir suas concentrações para não inviabilizar o fornecimento desse resíduo a animais, pois a presença de metais pesados pode afetar a desempenho, lesões nos túbulos renais, diminuição do crescimento, anemias, enteropatias, infertilidade, abortamentos e até mortes (MARÇAL et al., 2003).

Mesmo com baixa concentração de minerais, não é impossibilitado o fornecimento do RSS de tanques aquícolas aos ruminantes, ficando seu uso condicionado ao conhecimento da composição mineral do resíduo gerado em cada tanque ou a cada despesca, a fim estabelecer quantidades que poderão ser fornecidas diariamente e assegurar a ausência de metais pesados nos ingredientes, visto que em várias amostras foi observada a presença deles.

Na erva-sal, os macrominerais encontrados em maior concentração foram N, Na e K que apresentaram em média 21,27; 24,81 e 45,9 g/kg em % da MS, enquanto P, Ca, Mg, S, Cl apresentam em média 1,22; 14,24; 8,62; 4,21 e 0,06 g/kg da MS, respectivamente (Tabela 18). O Na e K apresentaram a maior variação entre os macrominerais para os diferentes locais coletados, em que o K variou de 25,90 a 64,82 g/kg e o Na de 5,85 a 52,0 g/kg. Essas variações podem ser decorrentes de diversos fatores como a fertilidade do solo e o manejo de adubação das áreas.

O teor de PB na erva-sal foi 13,3% da MS, o que provavelmente se deve a colheita de ramos novos que apresentam maior quantidade de folhas, favorecendo o aumento de N na planta. Os teores de N e, em consequência de PB obtidos nesse estudo estão condizentes com os valores observados para a erva-sal. Porto et al. (2001) avaliaram o uso de águas com elevada salinidade na irrigação da erva-sal com rejeito da dessalinização e verificaram teores de PB próximos a 18,5% da MS em amostras de folhas.

Tabela 18. Composição de macrominerais (g/kg) presentes na erva-sal colhida em diferentes locais do semiárido

Local	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
1	29,0	1,4	64,8	18,2	9,7	5,9	12,1	0,1
2	14,4	1,2	63,3	16,9	9,9	6,6	7,0	0,1
3	24,4	1,3	60,8	20,8	9,7	6,2	11,0	0,1
4	13,2	0,8	52,3	15,4	12,4	4,8	7,1	0,1
5	11,6	1,0	62,8	17,5	10,5	4,3	5,9	0,1
6	14,5	0,9	25,9	7,7	6,0	2,3	32,3	0,1
7	31,3	1,4	31,7	10,9	6,0	3,0	35,7	0,0
8	26,3	1,1	30,9	9,9	7,4	2,5	34,6	0,0
9	25,5	2,0	41,2	11,7	6,5	3,1	52,1	0,1
10	22,6	1,0	25,4	13,5	8,0	3,4	50,5	0,1
Média	21,3	1,2	45,9	14,2	8,6	4,2	24,8	0,1
DP	7,2	0,4	16,6	4,2	2,2	1,6	18,3	0,0

N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Na = sódio, Cl = cloro. DP = desvio-padrão.

Embora o K tenha sido o elemento encontrado em maior concentração nas amostras de erva-sal, esse mineral normalmente não é incluído nos suplementos minerais, em decorrência de ser um macromineral presente em quantidades adequadas ou até mesmo elevada nas plantas forrageiras (RIET-CORREA, 2004). A elevada ingestão de K, inibe a absorção de Mg no rumem, pois ambos são absorvidos por meio de transporte ativo, dependente de ATP (adenosina trifosfato), como o potássio está em maior quantidade diminui a disponibilidade de ATP para Mg o que provoca menor absorção de Mg. A baixa absorção de Mg resulta em baixos níveis séricos do mineral provocando uma doença chamada hipomagnesemia, (GONZÁLEZ et al., 2000).

As concentrações de Ca, Mg, K e S observadas na erva-sal, nesse estudo foram superiores às relatadas por Rocha et al. (2000) que em avaliação de gramíneas do gênero *Cynodon* (Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85) adubadas com N reportaram teores de 6,4 a 7,3 g/kg de MS para o Ca, 1,9 a 2,4 g/kg de MS para o Mg, 20,5 a 22,4 g/kg de MS de K e 3,5 a 3,9 g/kg de MS de S. Para uso como fonte mineral a erva-sal não parece ser promissora, em razão da baixa concentração de

minerais em comparação com fontes minerais tradicionais, mas poderá servir na elaboração de sais-forrageiros pelo aporte mineral e teor protéico, além de poder ser utilizada em ingredientes de rações. Com sua inclusão na dieta animal sua contribuição em minerais também deve ser levada em consideração quanto a suplementação mineral.

De modo semelhante, aos macrominerais, as concentrações de microminerais obtidas nas amostras de erva-sal também foram baixas (Tabela 19) em comparação com fontes normalmente utilizadas para confecção de suplementos minerais. Enquanto sulfatos de Cu, Mn e Zn apresentam 360, 250 e 325 g/kg, respectivamente de Cu, Mn e Zn a concentração desses mesmos microminerais na erva-sal são em média de 8,40; 295,20; 354,00 mg/kg, respectivamente.

Tabela 19. Composição de microminerais (mg/kg) encontrados na erva-sal em diferentes locais da região semiárida

Local	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Cd	Cr
1	62,38	11,00	1720,00	93,00	790,00	17,11	4,10	8,55	11,75
2	65,87	9,50	1200,00	139,50	1130,00	22,99	49,00	4,56	9,76
3	58,41	10,00	1200,00	209,00	420,00	24,67	28,15	0,00	8,01
4	41,59	3,50	670,00	281,00	360,00	25,39	18,05	0,00	22,55
5	49,52	15,50	1055,00	85,50	605,00	15,02	43,50	12,35	14,55
6	53,37	5,50	77,50	198,00	45,00	17,74	49,45	0,00	18,35
7	69,96	7,50	138,50	400,00	35,00	26,19	23,00	0,00	23,90
8	67,31	5,00	114,50	433,00	43,00	36,32	10,00	0,00	21,65
9	57,21	9,00	107,00	548,50	54,50	23,75	12,50	0,00	24,80
10	85,10	7,50	119,00	564,50	57,50	29,66	20,00	0,00	21,10
Média	61,07	8,40	640,15	295,20	354,00	23,88	25,78	2,55	17,64
DP	12,08	3,45	611,58	180,38	384,60	6,32	16,38	4,49	6,17

B = boro, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Ni = níquel, Pb = chumbo, Cd = cádmio, Cr = cromo. DP = desvio-padrão.

Verifica-se ainda, a presença de metais pesados em amostras de erva-sal acima do limite estabelecido para suplementos minerais. De acordo com Marçal et al. (1998) as concentrações aceitáveis para Pb e Cd são de 30,0 e 0,5 mg/kg, respectivamente. Em média a concentração de Pb se encontra dentro dos limites aceitáveis para suplementos minerais verificando apenas três amostras acima do limite recomendado. Para o Cd apesar das concentrações médias se encontrarem acima do limite recomendado, em 70% das amostras não foi detectada a presença deste metal.

As concentrações médias de Ni e Cr nas amostras de erva-sal apresentaram 23,88 e 17,64 mg/kg de MS respectivamente, quantidades abaixo do limite crítico estabelecido pelo NRC (2007) que estabelece como limite máximo de 100 mg para o Ni e 3.000 mg para o Cr se estiver na forma de óxido de cromo e de 100 mg se estiver na forma de cloreto de cromo. Para ambos os metais a absorção pelo organismo é muito baixa, o NRC (2007) considera que a absorção de Ni varie de 1-5% enquanto para o Cr, Bittar et al. (2006) relata que se estiver na forma orgânica a absorção é de 10-15% e se estiver na forma inorgânica se situa em 1 a 3%.

4.2. Etapa 2

Os suplementos minerais não afetaram o consumo de MS, de água e de suplemento mineral (Tabela 20), ou seja as misturas minerais confeccionadas com os RSS oriundo do rejeito da dessalinização e de tanque aquícola não prejudicaram a ingestão de alimentos, da água e do próprio suplemento mineral pelos ovinos.

Tabela 20. Consumos médios de matéria seca (CMS), de água, suplemento mineral (CS sal) de ovinos submetidos a diferentes suplementos minerais

Variável	Suplemento mineral			Média	EP	P
	Testemunha	RSS Rejeito	RSS aquícola			
CMS, g/dia	674,40	546,90	677,40	632,90	60,25	0,24
Ingestão de água, g/dia	1250,20	1147,90	1283,63	1227,2	77,40	0,44
CS suplemento mineral, g/dia	3,86	4,08	4,62	4,19	0,74	0,76

EP = erro padrão, P = probabilidade a 5%

O CMS médio foi de 632,9 g/dia valor similar aos descritos no NRC (2007) em que para ovinos da mesma faixa de peso (20 kg de peso corporal), consumo é de 630 g/animal/dia, muito próximos aos obtidos na presente pesquisa. De forma semelhante, Ferreira et al. (2009) também encontraram CMS semelhantes aos do presente estudo, da ordem de 650 g/animal/dia quando trabalharam com ovinos com cerca de 20 kg de peso corporal alimentados com rações a base de volumosos.

Quanto ao consumo de suplemento mineral, para os animais que receberam o suplemento “testemunha” verificou-se valor médio de 3,86 g/animal/dia, enquanto para os alimentados com os suplementos contendo RSS oriundo do tanque aquícola e do rejeito da dessalinização foram verificados consumos de 4,62 e 4,08 g/animal/dia, respectivamente.

O consumo dos suplementos minerais verificados no presente estudo foi levemente superior ao reportado por Selaive-villarreal et al. (1984) que avaliaram os efeitos da suplementação mineral com mistura mineral comparada com sal comum sobre o desempenho produtivo de cordeiros da raça Corriedale após a desmama e verificaram valores de 2,08 g/dia, para os animais suplementados com a mistura mineral.

Além disso, os resultados da presente pesquisa foram semelhantes aos apresentados por Malafaia et al. (2004) que avaliaram o desempenho produtivo, custos e os aspectos nutricionais e clínicos de caprinos jovens submetidos a dois tipos de suplementação mineral e verificaram consumos médios de suplemento que variaram de 3,7 a 4,2 g/animal/dia para os animais suplementados com sal seletivo (suplemento mineral contendo apenas P, Cu e Na) e suplemento mineral comercial,

respectivamente, ou seja os valores de consumo de suplemento mineral obtidas na presente pesquisa estão condizentes com os consumos descritos na literatura para ovinos, na mesma faixa de peso, o que indica que as misturas minerais confeccionadas com as fontes não tradicionais foram bem aceitas pelos animais

Em relação a ingestão de água, o valor médio obtido nessa pesquisa foi de 1.227,2 g/animal/dia, próximo ao predito por meio do uso da equação descrita no NRC (2007) ($CTA \text{ (kg/dia)} = CMS \text{ (kg/dia)} \times 3,86 - 0,99$, em que CTA = consumo total de água e CMS = consumo de matéria seca)), da ordem de 1.480 g/animal/dia. Essa diferença pode estar ligada a fatores como raça, teor de água no alimento, estado fisiológico do animal.

Considerando cordeiros de 20 kg de PC visando ganhos de 100 g/animal/dia, as exigências em minerais para esses animais serão: 2,90 g para K; 2,20 para Ca; 0,60 g para Mg; 1,10 g para S; 0,40 g para Na; 0,30 g para Cl; 1,50 para P; 3,10 mg para Cu; 32,00 mg para Fe; 12,00 mg para Mn e 13,00 mg para o Zn (NRC 2007) e tomando como referência o aporte de minerais promovido pela ingestão do feno de capim-tifton, da água e dos suplementos minerais, os ovinos tiveram suas exigências atendidas em todos os suplementos utilizados nessa pesquisa, para todos os elementos minerais avaliados. Na maioria das situações a ingestão de minerais excedeu a ingestão pelos animais, a exceção do S quando os animais receberam a mistura mineral gerada a partir do RSS do rejeito da dessalinização. Destaca-se ainda, que em nenhuma das situações houve deficiência de elementos minerais (Tabela 21).

O consumo de S dentro dos limites estabelecidos pelo NRC (2007) pelos animais que receberam o RSS do rejeito da dessalinização foi decorrente do menor aporte deste mineral pelo feno de capim-tifton 85 quando comparado com os outros dois suplementos avaliados. Quanto aos elementos minerais em excesso (K, Ca, Mg, S, Na, Cl, P, Cu, Fe, Mn e Zn), esses valores podem não oferecer riscos de intoxicações aos ovinos, pois ainda estão dentro da faixa recomendada, considerando-se as os valores descritos no NRC (2007). Os minerais que apresentaram um saldo mais acentuado (Tabela 21) foram o K, Fe, Mn e Zn que podem provocar ação antagônica com outros minerais afins. De acordo com o NRC (2007) o Mn tem baixa toxicidade mas em concentrações altas pode interferir no metabolismo do Fe reduzindo sua concentração no sangue e plasma. Ainda de acordo com o NRC (2007) altos níveis de Fe nas forragens (549 – 990 mg de Fe/kg

de MS) pode causar deficiência de Cu em cordeiros e cabras. Desta forma considerando o tratamento RSS aquícola que apresentou o maior saldo de Fe (46,87 mg) está abaixo das concentrações estabelecidas pelo NRC (2007) portanto não corre o risco de interferir no metabolismo de Cu.

O K foi o mineral que apresentou o maior saldo quando comparado com os outros minerais embora estas concentrações não provoquem intoxicações o excesso de K pode inibir a absorção intestinal de Mg e levar a hipomagnesemia (deficiência de Mg). De acordo com Cseh (2011) bovinos alimentados em pastagens que apresentam concentrações acima de 2,5 % podem desenvolver a hipomagnesemia. Já o Zn, de acordo com Riet-Correa (2004) pode afetar a absorção de Ca, Cu e Fe.

Tabela 21. Atendimento de minerais em ovinos suplementados com suplemento mineral comercial (testemunha), suplemento mineral contendo RSS oriundo da aquicultura (RSS aquícola) e suplemento mineral contendo rejeito da dessalinização (RSS rejeito)

	K	Ca	Mg	S	Na	Cl	P	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/dia							mg/dia			
Testemunha											
CMS,feno	11,58	3,24	1,06	1,24	0,32	2,41	1,92	3,82	62,49	38,41	17,23
CMS suplemento	0,00	0,76	0,06	0,04	0,52	0,00	0,31	0,22	17,59	5,07	7,40
C água	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,10	0,11	0,01
Minerais ingeridos	11,59	4,00	1,12	1,28	0,84	2,41	2,23	4,04	80,08	43,48	24,63
Exigência	2,90	2,20	0,60	1,10	0,40	0,30	1,50	3,10	32,00	12,00	13,00
Saldo	8,69	1,80	0,52	0,18	0,44	2,11	0,73	0,94	48,08	31,48	11,63
RSS rejeito											
CMS,feno	9,39	2,63	0,86	1,01	0,26	1,95	1,55	3,10	50,68	31,15	13,97
CMS suplemento	0,00	0,59	0,03	0,04	0,90	0,00	0,30	1,04	22,48	4,11	2,95
C água	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,10	0,01
Minerais ingeridos	9,40	3,25	0,90	1,05	1,15	1,96	1,85	4,15	73,25	35,36	16,92
Exigência	2,90	2,20	0,60	1,10	0,40	0,30	1,50	3,10	32,00	12,00	13,00
Saldo	6,50	1,05	0,30	0,05	0,75	1,66	0,35	1,05	41,25	23,36	3,92
RSS aquícola											
CMS,feno	11,64	3,26	1,07	1,25	0,32	2,42	1,92	3,84	62,77	38,58	17,30
CMS suplemento	0,00	0,89	0,03	0,05	0,86	0,00	0,33	1,29	25,52	5,27	3,87
C água	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,11	0,11	0,01
Minerais ingeridos	11,64	4,15	1,10	1,30	1,18	2,42	2,25	5,13	88,29	43,86	21,17
Exigência	2,90	2,20	0,60	1,10	0,40	0,30	1,50	3,10	32,00	12,00	13,00
Saldo	8,74	1,95	0,50	0,20	0,78	2,12	0,75	2,03	56,29	31,86	8,17

CMS feno = Consumo de matéria seca de feno, CMS supl. = Consumo de matéria seca de suplemento mineral, C de água = ingestão de minerais pela água, K= potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, Na = sódio, Cl= cloro, P = fósforo, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco. A ingestão dos minerais foram estimados de acordo com o consumo de MS que foram de 0,68; 0,55 e 0,68 kg/dia para os tratamentos testemunha, RSS aquícola e RSS rejeito

De acordo com o NRC (2007) o nível máximo tolerável de K é 2,0 % na MS, o que corresponderia a 13,0; 11,0 e 13,0 g/dia, para os suplementos testemunha, RSS rejeito e RSS aquícola, respectivamente. Os animais consumiram respectivamente 11,58; 9,4 e 11,64 g/dia, quantidades embora inferiores, são muito próximas aos limites máximos que podem provocar intoxicação. Além disso, o aparecimento de sintomas de intoxicação são mais facilmente observados com o fornecimento prolongado (NRC, 2007). O consumo de Mg foi de 1,12 g/dia para o suplemento testemunha; 0,90 g/dia para o RSS rejeito e 1,10 g/dia para o RSS aquícola, cujas quantidades ingeridas estão abaixo do limite seguro a fim de evitar que os animais se intoxiquem que é de 0,6% da ingestão de MS, correspondente a 4,0; 3,3 e 4,0 g/dia, para as misturas minerais, respectivamente. Comportamentos semelhantes foram observados para P, Ca, S, Na, Cl, em que as estimativas de ingestões diárias superaram as exigências desses elementos, mas que os valores estão abaixo dos limites que poderiam promover intoxicações aos animais.

Os ovinos são animais muito susceptíveis ao excesso de cobre quando comparados com caprinos e bovinos e de acordo com Riet-Correa (2004), consumos acima de 15 mg/dia podem provocar intoxicação. A ingestão de Cu foi de 4,04; 4,15 e 5,13 mg/dia, valor abaixo do limite para provocar intoxicações. As intoxicações de ovinos com este mineral pode ser provocada pelo fornecimento de suplementos minerais de bovinos e também pela ingestão de forragens contaminadas geralmente em sistemas de frutivocultura onde é comum a fertirrigação das fruteiras com fertilizantes a base de cobre.

A ingestão de Fe está acima do recomendado, em média, os animais consumiram 80,54 mg a mais do que a exigência diária. No entanto, a quantidade ingerida está abaixo do limite que pode provocar intoxicação que é de 500 mg/dia (NRC, 2007), assim como o que ocorreu para outros elementos minerais. Os limites seguros do consumo de Mn e Zn de acordo com o NRC (2007) são de 2.000 e 300 mg/kg de MS, respectivamente. Desta forma, a faixa segura para os animais que receberam os suplementos testemunha, RSS aquícola e RSS rejeito seriam de 1.360,0; 1.100,0 e 1.360,0 mg para Mn e 204,0; 165,0 e 204,0 mg para Zn, respectivamente. Esses valores estão muito acima do que os animais consumiram que foi de 43,48; 35,36 e 38,58 mg/dia para Mn e 24,63; 16,92 e 21,17 mg/dia para o Zn.

Diante do exposto acima, para esta situação específica, verifica-se que

somente com o fornecimento da forragem, os ovinos utilizados na presente pesquisa tiveram atendidas as necessidades nutricionais diárias de K, Ca, Mg, S (exceto o suplemento com o RSS rejeito), Cl, P, Cu, Fe (exceto o suplemento com o RSS rejeito) e Zn, não necessitando, portanto, serem incluídos na mistura mineral suplementar, o que poderia melhorar o aporte mineral dos animais, evitando carências e excessos e reduzir os custos com a suplementação mineral.

Desse modo, uma estratégia para a mineralização do rebanho é o fornecimento somente daqueles minerais que estão deficientes na dieta, objetivando diminuir os custos, sem causar prejuízo a saúde dos animais. Segundo Peixoto et al. (2005), elementos não deficientes na dieta e incluídos na mistura mineral podem antagonizar com outros minerais realmente necessários. Na presente pesquisa, dos elementos minerais avaliados, poderia haver suplementação apenas de Na fornecendo 0,3; 0,5 e 0,3 g de NaCl para os tratamentos RSS aquícola, RSS rejeito e testemunha e fornecer 0,1 g de Sulfato de enxofre para atender às necessidades de S para o tratamento RSS rejeito.

Nesse caso os custos da suplementação mineral seriam bem menores já que seria necessário suplementar apenas os dois minerais que não atenderam as exigências dos animais através do consumo de alimento e água. Considerando que o custo, por quilo, do produto do NaCl e do sulfato de enxofre sejam 0,4 e 1,3 R\$, respectivamente o custo diário para o tratamento RSS rejeito, RSS aquícola e testemunha seria de 0,00033; 0,00012 e 0,00012 R\$, um custo abaixo quando comparado com o fornecimento de uma mistura mineral completa que teria um custo de 0,0087 R\$ considerando consumo médio diário de 4,56 g/dia e um custo de 1,91 R\$ por quilo do produto.

Outro parâmetro a ser observado nas misturas é a relação Ca:P. De acordo com Riet-Corrêa (2004) a relação Ca:P menor que 1 pode provocar urolitíase (obstrução no canal sigmoide impedindo os animais de urinarem) e osteodistrofia fibrosa em caprinos (alta concentração de P provoca hiperparatireoidismo nutricional que leva a remoção de Ca dos ossos e substitui o tecido ósseo por tecido fibroso) de modo que ruminantes são tolerantes a relação Ca:P de até 8:1. Considerando o consumo de Ca e P para todos os tratamentos a relação Ca:P verificada foi de 1,68:1; 1,62:1 e 1,79:1 para os tratamentos testemunha, RSS rejeito e RSS aquícola, portanto, relações adequadas a fim de evitar problemas aos animais.

Da mesma forma, a adequada relação Ca:P obtida no presente estudo não

prejudicam a absorção de um dos dois elementos (Ca e P) (NRC 2007) e também não provocam ações antagônicas com o P, Mg, Fe, I, Zn e Mn.

Os diferentes suplementos minerais não influenciaram os consumos de PB, FDN, MO, MM, EE, CHOT e CNF dos ovinos (Tabela 22 e 23). De modo geral as diferenças no consumo de nutrientes estão relacionadas com o consumo de MS e a participação de cada nutriente na dieta. Nesse estudo as dietas foram semelhantes, pois todos os animais receberam a ração a base de feno de Tifton 85, assim como os consumos de MS foram similares e resultaram em semelhantes valores de ingestão de alimentos.

O consumo médio de PB (80,0 g/animal/dia) foi superior ao descrito no NRC (2007) para animais de 20 Kg de PC com oito meses de idade que é de 70 g/dia, em virtude do adequado consumo de MS aliado ao teor de PB da forragem (11,32% de PB na MS). O consumo de PB da presente pesquisa foi similar ao relatado por Bernardino et al. (2009) que avaliaram rações para ovinos a base de capim-elefante e ingredientes concentrados com cerca de 12% de PB na MS e obtiveram consumos de PB de 50 a 110 g/animal/dia, condizentes com os valores encontrados na presente pesquisa. Nesse mesmo estudo, Bernardino et al. (2009) encontraram consumos de FDN médios, nas rações com inclusão de 0% a 30% de casca de café na MS, de 550 g/animal/dia, próximos aos obtidos na presente pesquisa que foi de 470 kg/animal/dia.

Tabela 22. Consumo de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM) de ovinos suplementados com diferentes tipos de suplemento mineral (Kg/dia)

Variável	Suplemento mineral			Média	EP	P
	Testemunha	RSS Rejeito	RSS Aquícola			
PB	79,00	65,00	80,00	75,00	6,82	0,29
FDN	505,00	408,00	506,00	473,00	45,29	0,23
MO	636,00	517,00	638,00	597,00	56,84	0,24
MM	45,00	36,00	46,00	42,00	3,93	0,18

EP = erro padrão, P = probabilidade a 5%

Em geral, o consumo de nutrientes (PB, FDN, MO, MM, CNF, CHOT) foi adequado aos animais, não demonstrando qualquer prejuízo do fornecimento e ingestão dos suplementos minerais confeccionados com ingredientes não tradicionais sobre esses parâmetros.

Em adição, os valores encontrados estão condizentes com os reportados na literatura, como os apresentados por Bernardino et al. (2009) para PB, Gonzaga Neto et al. (2001) para EE, Bispo et al. (2007) para CHOT e Medeiros et al. (2007) para CNF.

Tabela 23. Consumo de extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) carboidratos não fibrosos (CNF) de ovinos suplementados com diferentes tipos de suplemento mineral (kg/dia)

Variável	Suplemento mineral			Média	EP	P
	Testemunha	RSS Rejeito	RSS Aquícola			
EE	13,00	10,00	13,00	12,00	1,42	0,15
CHOT	543,00	387,00	544,00	492,00	58,40	0,11
CNF	38,00	27,00	38,00	34,00	4,30	0,15
NDT	378,00	245,00	399,00	341,00	56,08	0,13

EP = erro padrão, P = probabilidade a 5%

O consumo médio de NDT, de 348,6 g/dia foi abaixo do descrito no NRC (2007) cujo valor é 420 g/dia para animais de 20 Kg de PC visando ganhos de peso de 100 g/dia. Esse menor consumo em relação ao predito pelo NRC (2007) foi decorrente da ingestão exclusiva de Tifton 85, na ração, pelos animais.

A digestibilidade aparente da MS (DAMS), assim como da PB, FDN, MO, EE e CHOT não foram afetadas pelos suplementos minerais (Tabela 24).

Tabela 24. Digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), matéria orgânica (MO), estrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CHOT) de feno de capim-tifton 85 fornecidos a ovinos suplementados com diferentes tipos de suplemento mineral

Variável	Suplemento mineral			Média	EP	P
	Testemunha	RSS Rejeito	RSS Aquícola			
MS	54,77	51,11	57,68	54,52	5,0	0,65
PB	65,66	61,20	67,32	64,73	4,35	0,59
FDN	57,41	54,49	59,22	57,04	4,37	0,74
MO	57,37	54,25	59,96	57,19	4,63	0,68
EE	44,45	35,74	52,48	44,22	8,18	0,36
CHOT	56,43	45,25	59,12	53,60	5,85	0,23

EP = erro padrão, P = probabilidade a 5%

Em média, a DAMS de 54,52% valor similar aos encontrados por Wanderley et al., (2012), de 58,17%, 61,53%, 57,02% com o uso de feno de leucena, guandu e capim-elefante, respectivamente, em associação com palma-forrageira em rações para ovinos mantidos em confinamento com 30 kg de PC. Ainda, segundo os mesmos autores, a digestibilidade da MO variou de 51,25 a 70,71%.

A digestibilidade da PB e de FDN foram respectivamente, 67,32 e 59,22 % esses resultados são similares aos encontrados na literatura para ovinos alimentados com volumosos. Gonzaga Neto et al. (2001) forneceram feno de capim-de-planta e de catingueira a ovinos confinados com 24,5 kg de PC verificaram digestibilidade da PB de 63,4 a 65,7 %. Teles et al. (2010) verificaram coeficiente de digestibilidade de FDN que variaram de 57,5 a 61,1 à ovinos com 18,2 kg de PC recebendo silagem de capim elefante associado a diferentes níveis de pseudofruto do caju desidratado.

O consumo total de nitrogênio (CTN), a excreção de nitrogênio nas fezes (ENF) e na urina (ENU), a excreção total de nitrogênio (ETN) e o balanço de nitrogênio (BN) não foram afetados pelos diferentes tipos de suplementos minerais (Tabela 25).

Tabela 25. Consumo total de nitrogênio (CTN), excreção de nitrogênio nas fezes (ENF), excreção de nitrogênio na urina (ENU), excreção total de nitrogênio (ETN), balanço de nitrogênio (BN) em ovinos suplementados com diferentes suplementos mineral

Variável	Testemunha	RSS rejeito	RSS aquícola	Média	EP	P
CTN (g/dia)	11,66	9,49	11,72	10,09	0,99	0,22
ENF (g/dia)	4,02	3,74	4,06	3,94	0,41	0,84
ENU (g/dia)	0,33	0,41	0,33	0,35	0,07	0,70
ETN (g/dia)	4,31	4,11	4,36	4,26	0,43	0,91
BN (g/dia)	7,34	5,37	7,35	6,69	0,77	0,14

EP= erro padrão, P = probabilidade

Os semelhantes consumos totais de nitrogênio se devem aos similares consumos de MS que foram de 0,68; 0,55 e 0,68 kg/dia e de proteína de 0,08; 0,07 e 0,08 g/animal/dia para os tratamentos testemunha, RSS rejeito e RSS aquícola, respectivamente. A excreção de nitrogênio nas fezes e na urina foram em média 3,98; 0,35 g/dia, respectivamente, e de acordo com Oliveira et al. (2004) a maior excreção de N nas fezes pode estar correlacionada com a presença de proteína insolúvel em detergente ácido e, ou indigestível e a baixa excreção do N na urina provavelmente se deva a menor perda urinária de amônia e, conseqüentemente, produção de uréia no fígado.

O consumo N e a excreção de N nas fezes e na urina estão muito próximos aos encontrados por Martins et al. (2003) que avaliaram o consumo e a digestibilidade de MS, PB e energia bruta das silagens de quatro genótipos de sorgo em ovinos verificaram valores de 8,0 a 11,93 g/dia para consumo total de N, 4,9 a 7,30 g/dia para excreção de nitrogênio nas fezes, 0,3 a 0,4 g/dia para excreção de nitrogênio na urina e 2,7 a 4,8 g/dia de nitrogênio retido.

É importante destacar que os animais tiveram balanço positivo do N e de acordo com Souza (2010) o que demonstra que os mesmos não precisaram deslocar reservas proteicas corporais para atender suas exigências nutricionais.

De modo geral, o uso dos RSS do tanque aquícola e do rejeito da dessalinização para a confecção de suplementos minerais para ovinos não prejudicaram o consumo e a digestibilidade de MS e nutrientes, assim como o balanço de N pelo animal, sinalizando a possibilidade de uso dessas fontes. Entretanto, outros estudos são necessários, sobretudo em regime de campo em

estudos de maiores durações para o melhor entendimento das respostas dessas fontes minerais sobre os animais.

5. Conclusão

As fontes biossalinas avaliadas (água salina, rejeito da dessalinização, RSS aquícola, RSS da água salina, RSS do rejeito e a erva-sal) apresentaram grande variação de elementos minerais entre as amostras coletadas.

Os RSS da água salina e do rejeito da dessalinização podem ser utilizados como fontes de Na e Cl, enquanto o RSS da aquicultura pode contribuir com Ca.

Todas as fontes salinas avaliadas foram pobres em P e Ca e em microminerais, a exceção do RSS aquícola que teve razoável concentração de Ca.

Algumas amostras de erva-sal e RSS da água salina e RSS aquícolas apresentaram metais pesados.

Os suplementos minerais confeccionados a partir dos RSS aquícolas e do rejeito da dessalinização possibilitaram consumos e digestibilidade de matéria seca e nutrientes, assim como ingestão de água similares ao suplemento comercial.

6. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, I.R.R. **Níveis de salinidade da água de beber para ovinos mestiços Santa Inês**. 2012. 45.f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Programa de pós-graduação em zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, 2012.

ALVES, J.N. **Novilhas Sindi submetidas a ingestão de água com diferentes níveis de salinidade**, 2012. 68.f. Dissertação (Doutorado em zootecnia) - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, 2012.

ALVES, J.N.; ARAÚJO, G.G.L.; PORTO, E.R.; CASTRO, J. M.C.; SOUZA, C.L. Feno de erva-sal (*Atriplex numulária* Lindl) e palma forrageira (*Opuntia ficus mil*) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica Produção Animal**, v. 9, n.1, 2007.

AMORIM, M.C.C.; PORTO, E.R.; ARAÚJO, O.J.; SILVA JUNIOR, L.G.A.; LIBERAL, G.S. **Dessalinização por osmose inversa: um estudo de caso em Petrolina-PE**. Petrolina-PE, EMBRAPA-CPATSA, 1999. 15p.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E.R.; ARAÚJO, O.J.; SILVA JUNIOR, L.G.A. alternativas de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa: evaporação solar e meio líquido para cultivo de tilápia Koina (*Oreochromis sp.*). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental, 21., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: 2001.

AMORIM, M.C.C.; PORTO, E.R.; MATOS, A.N.B.; SILVA, D.F.; Diagnósticos de sistemas de dessalinização de água salobras subterrâneas em municípios do estado da Paraíba- Brasil. In: **Congresso Brasileiro de águas subterrâneas**, 13.,2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2004.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução H. R. Gheyi.; J.F. MEDEIROS.; K.A.V DAMACENO. Campina Grande, PB: UFPB, 1991. 218 p. (FAO: Irrigação e drenagem; 29).

BARROSO, D.D.; ARAÚJO, G.G.L.; PORTO, E.R.; PORTO, F.R. Produtividade e valor nutritivo das frações forrageiras da erva sal (*Atriplex nummularia*) irrigadas com quatro diferentes volumes de efluentes da criação de Tilápia em água salobra. **Agropecuária Técnica**, v.27, n.1, p.43-48, 2006.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; ROCHA, F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, O.G. Consumo e digestibilidade e nutrientes de silagens de capim elefante com casca de café, por ovinos. **Revista Brasileira de Produção**

Animal. V. 10, n.2, p. 460-469, 2009

BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOAL, R.A.S.; BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

BITTAR, C.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P.; MATTOS, W.R.S. **Minerais e aditivos para bovinos**. In: Anais Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, Piracicaba, São Paulo, 2006.

BRITO, L.T.L.; PORTO, E.R.; MOURA, M.S.B.; GAMA, G.F.B. In: BRITO, L.T.L.; BRITO, M.T.L.A. **Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido**. 2010. Monografia (Obtenção Grau de Engenheiro Florestal), Universidade Federal da Paraíba, 2010.

BRITO, L.T.L.; MOURA, M.S.B.; GAMA, G.F.B. **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. 1. d. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. Cap. 5, p. 105-116.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; DO VALLE, C.B.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A.; CACERE, E.R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 44, n.1, p. 98-106, 2009.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SANTANA, G.Z.M.; BORGES, I.; BRAGA, R.N.L. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de capim-lefante contendo coprodutos do processamento de frutas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 315 – 322, 2009.

GONSALVES, G.S. **Sal forrageiro de espécies vegetais xerófitas para cordeiro**. 2007. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007.

GONZAGA NETO, S. BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R.; MARTINEZ, R.L.V.; BARBOSA, J.E.A.S. SILVA, E.O.; Composição bromatológica, consumo e digestibilidade In Vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.30, n. 2, p. 553-562, 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D. **Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes**. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. (Eds.) Perfil

metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000. p.31-52.

GRACE, N.D. Effect of high dietary Mn level on the growth rate and the level of mineral elements in the plasma and soft of sheep. *NZJ. Agric. Res.* 16:177-180, 1973.

HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P.; WEBSTER, T.K.M. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. *Journal Science Food Agriculture.* v.79, n.9, p.2079 – 2086, 1999.

HOLANDA JUNIOR, E.V. **Produção e comercialização de produtos caprinos e ovinos por agricultores familiares do Sertão baiano do vale do São Francisco.** Belo Horizonte: UFMG Escola de Veterinária, 2004. 117p. Tese (Doutorado em Ciência Animal), 2004.

IBGE – **Censo Agropecuário 2006**, Disponível em: [HTTP://www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/),>. Acesso em: 16 nov. 2010.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.57, p. 347–358, 1996.

LOUVANDINI, H.; VITTI, D.M.S.S. Phosphorus metabolism and estimation of phosphorus requirements for sheep. *Scientia Agricola*, v.53, p.184-189, 1996

MALAFIA, P.; PIMENTEL, V.A.; FREITAS, K.P.; COELHO, C.D.; BRITO, M.F.; PEIXOTO, P.V. Desempenho ponderal, aspectos econômicos, nutricionais e clínicos de caprinos submetidos a dois esquemas de suplementação mineral. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 24, n. 1, p. 15-22, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba:POTAFOS, 1989. 219p

MANERA. D.B.; VOLTOLINI. T.V.; ARAÚJO, G.G.L., MENEZES, D.R. Composição mineral do resíduo salino sólido de tanques aquícolas abastecidos com resíduo de dessalinização. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 7., 2012, Maceió: **Anais...** 2012.

MARÇAL, W.S.; NETO, O.C.; NASCIMENTO, R.M. Valores sanguíneos de chumbo em bovinos nelore suplementados com sal mineral naturalmente contaminado com chumbo. **Ciência Rural**. v. 28, n. 1, p. 53-57, 1998.

MARÇAL, W.S.; GASTEL, L.; NASCIMENTO, M.R.L.; OLIVEIRA, H.S. Teores de chumbo em suplementos minerais comercializados no estado de Mato grosso e Mato Grosso do Sul. **Ciência Rural**. V. 33, n. 4, p. 775-778, 2003.

MARÇAL, W.S.; BUTURE, I.O.; CARVALHO, M.C.; FORTES, M.S.; PEREIRA, F.D. Valores de chumbo e cádmio em suplementos minerais para bovinos comercializados no Brasil. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 25, n. 4, p. 359-364, 2004.

MARÇAL, W.S.; GASTEL, L.; NASCIMENTO, M.R.L. Identificação e quantificação de chumbo em misturas minerais comercializadas no estado de São Paulo. **Ciência Animal. Brasileira**. V. 6, n. 4, p. 249-253, 2005.

MARQUES, A.V.S.; SOARES, P.C.; RIET-CORREA, F.; MOTA, I.O.; SILVA, T.L.A.; NETO, A.V.B.; SOARES, F.A.P.; ALENCAR, S.P. teores séricos e hepáticos de cobre, ferro, molibdênio e zinco em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 398-406, 2011.

MARTINS, R.G.R.; GONSALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e da energia de silagem de quatro genótipos de sorgo (*sorghum bicolor* (L) moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, 2003.

MATTOS, C.W. **Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e feno de erva sal (*Atriplex nummularia*) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento**. 2009. 101 p. Tese (Doutorado em zootecnia) - Universidade Federal rural de Pernambuco, 2009.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. Terceira edição, University of Florida, 1999. 92p.

MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; ALVES, K.S.; MAIOR JUNIOR, R.J.S.; ALMEIDA, S.C. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 36, n. 4, p. 1162-1171, 2007.

MENDOÇA JUNIOR, A.F. Minerais importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CASA NOVA**, Salvador: MME, 2005. p.28.

MOREIRA.F.B.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; WADA, F.Y.; NASCIMENTO, W. G.; S. Suplementação com Sal Mineral Proteinado para Bovinos de Corte, em Crescimento e Terminação, Mantidos em Pastagem de Grama Estrela Roxa (*Cynodon lectostachyus* Pilger), no Inverno. **Revista Brasileira de zootecnia**. v.32, n.2, p.449-455, 2003

NICODEMO, M.L.F.; SOUZA, J.C.; GOMES, R.F.; NUNES, V.A.; ROSA, I.V.; VIANA, J.A.C. Fontes de Fósforo em Misturas Minerais para Novilhas em Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 27, n. 4, p. 801-808, 1998

NICODEMO, M.L.F. **Cálculo de Misturas Minerais para Bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 25 p. (Embrapa-Documento, 109).

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Tecido vegetal. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.

NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2007.

OLIVEIRA, R.V.; LANA, R.P.; MALDONADO, F.; PEREIRA, O.G.; FREITAS, A.W.P.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, M.V.M.; MORAES, E.P. Consumo, digestibilidade aparente de nutrientes e disponibilidade de minerais em ovinos, em função de diferentes níveis de cama de frango na dieta. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.33, n.4, p. 1060-1070, 2004.

OLIVEIRA, E.A.S. **Fármacos que atuam sobre o aparelho digestivo**. Disponível em: <http://www.easo.com.br>. Acesso em 16 de março de 2013.

PEIXOTO, P.V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H. Princípio de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n.3, p. 195-200, 2005.

PORTO, E.R.; DUTRA, M.T.D.; AMORIM, M.C.C.; ARAÚJO, G.G.L. **Uso da erva sal (*Atriplex nummularia*) como forrageira irrigada com água salina**. Petrolina-PE, EMBRAPA- CPATSA, 2000. 17p.

PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C.; SILVA JÚNIOR, L.G.A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex numulária*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 111-114, 2001.

PORTO, E.R.; ARAÚJO, O.; ARAÚJO, G.G.L.; AMORIM, M.C.C.; PAULINO, R.V.; MATOS, A.N.B. **Sistema de produção integrado usando efluente da dessalinização**. Petrolina-PE, EMBRAPA- CPATSA, 2004. 22p.

RIET-CORREA, F. Suplementação mineral em pequenos ruminantes no semi-árido. **Ciência Veterinária tropical**, v. 7, n. 2 e 3, p. 112-130, 2004.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; GARCIA, E.; ROSA, B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.1, p. 31-41, 2000.

RUNYAN, C., BADER, J. **Water quality for livestock and poultry**. In: **Water quality for agriculture**. FAO Irrigation and Drainage Papers, n.29 . FAO, Rome 186p, 1994.

SALAZAR, C.R.V.; CORDEIRO, G.G. **Perspectivas do uso das águas subterrâneas do embasamento cristalino no nordeste semi-árido do Brasil**. Petrolina-PE, EMBRAPA-CPATSA, 1985. 40p.

SANTOS, O.O.; MISTURA, C.; ARAÚJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.P.; PORTO, E.R.; ARAÚJO, J.R.; SILVA, J.R.R. Composição mineral de silagens de erva-sal com diferentes proporções de capim-elefante. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46., 2009, Maringá. **Anais ... Maringá: 2009**.

SANTOS, B.R.C.; VOLTOLINI, T.V.; NOGUEIRA, D.A.; SANTOS, E.F.; SILVA, M.R.C.; DAMASCENO, M.G.; OLIVEIRA, R.G. Desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel no semiárido pernambucano. In: Congresso nordestino de produção animal, 6., 2010, Mossoró. **Anais... Mossoró: 2010**

SANTOS, P.M.; VOLTOLINI, T.V.; CAVALCANTE, A.C.R.; PEZZOPANE, J.R.M.; MOURA, M.S.B.de.; SILVA, T.G.F.; BETTIOL, G.M.; CRUZ, P.G. Mudanças Climáticas Globais e a Pecuária: Cenários Futuros para o Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V.4, n. 6, p. 1176-1196, 2011.

SANTOS, O.O.; ARAÚJO, G.G.L.; MISTURA, C.; PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, M.V. F.; ARAÚJO, J.R. Fermentation characteristics and nutritional value of elephant grass ensiled with old man saltbush. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.06, p. 1401-1406, 2012.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livro ceres, 1979. 380p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, A.M. **Consumo de Sal Forrageiro e Desempenho de Ovinos Deslanados em Confinamento**. 2005. 51 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, 2005.

SILVA, C.M.M.S.; VIEIRA, R.F.; PORTO, E.R. Salinidade, sodicidade e propriedades microbiológicas de argissolo cultivado com erva-sal e irrigado com rejeito salino. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1389-1396, 2008

SILVA, C.M.M.S.; LOPEZ, F.G.; BOEIRA, R.C. **Potencial de uso agrícola do sedimento salino proveniente de viveiro de tilápias**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 21p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 54).

SILVA, T.R.; SIMÕES, S.V.D.; MIRANDA NETO, E.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; ASSIS, G.M.N.; AGUIAR, F.A.; LIMA, F.A.; RIET-CORREA, F. Efeitos da suplementação com fósforo em caprinos no semiárido do nordeste brasileiro. **Arquivo de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V. 63, n.5, p. 1268-1271, 2011.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A. net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUTO, J.C.R. **Feno de erva sal (*Atriplex nummularia*) como alternativa para dietas de ovinos no semi-árido nordestino**. 2002. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba, 2002.

SOUZA, M.V.; VIANA, M.W.S.; ZANDIM, B.M.; FERNADENS, R.B.A.; FONTES, M.P.F. Metais pesados em amostras de bovinos. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p. 1774-

1781, 2009

SOUZA, E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; ALBUQUERQUE, D.B.; MONTEIRO, C.C. F.; ZUMBA, E.R.F.; TORRES, T.R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. v.11, n.4, p.1056-1067, 2010

Souza, R.A. **Características fermentativas e nutricionais de silagens de cultivares de capim-búffel em diferentes idades de corte**. 2010. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS user's guide**: Stat, Version 9.1, 4.1.ed. Cary, NC: SAS Institute, 2002, 466p.

TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CLEMENTINO, R.H.; RÊGO, A.C.; CÂNDIDO, M.J.D.; RESTLE, J. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pseudofruto de caju desidratado. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p. 427-433, 2010.

TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; RIBEIRO, M.C.T.; LOPES, J.B.; FERREIRA, V.P.A.; VITTI, D.M.S.S.; MOREIRA, J.A.; PENA, S.M. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 4, p. 502-509, 2005.

TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J.; MORAES, S.S.; PEIXOTO, P.V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos: revisão de estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, V. 19. P. 47-62, 1999.

VILLARROEL – SELAIVE, A.B.; CATTANI, J.C.; FIGUEIRÓ, P.R.P.; OLIVEIRA, N.M.; SILVA, J.G.C. Suplementação mineral em cordeiros desmamados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n.8, p. 1275-1281, 1991.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.; BISPO, S.V.; SILVA, F. M.; SANTOS, V.L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminiais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Produção Animal**. v.13, n.2, p. 444-456, 2012