

**EFLUENTES DAS SALINAS: POSSIBILIDADE DE EXPLORAÇÃO ECONÔMICA
DA CADEIA PRODUTIVA DO SAL
SALT EFLUENTS: POSSIBILITY OF ECONOMIC EXPLORATION
OF THE SALT PRODUCTION CHAIN**

Tiago da Rocha Silva

RESUMO

O Rio Grande do Norte é o maior produto de sal do Brasil, cerca de 95% da produção nacional se concentra no estado, a água-mãe um dos principais resíduos descartados após a produção de sal é rica em minerais com um alto valor econômico. Tendo em vista o considerável volume de água-mãe descartado, sua alta concentração e diversificação de sais, nota-se que é possível agregar valor econômico a esse resíduo proveniente da salinicultura. Assim o presente trabalho buscou investigar em duas dissertações do programa de pós-graduação PPGCEM-UFERSA, com intuito de explorar componentes ainda não aproveitados pela indústria e comércio locais, presentes na flor de sal, precipitados sedimentados e solução. Nessas dissertações, água do mar foi evaporada completamente e as composições químicas determinadas para diferentes concentrações. Estes resultados foram utilizados na tentativa de aplicação em diferentes produtos economicamente viáveis. Realizou-se, então, uma revisão na literatura por produtos oriundos da cadeia produtiva do sal e que em sua composição estivessem presentes concentrações químicas similares àquelas determinadas nas dissertações. Diante disso, verificou-se uma grande quantidade de produtos no mercado, com aplicações em alimentos, saúde e agricultura, que podem ser utilizados em sua produção a partir de efluentes da cadeia produtiva do sal e contribuir para o desenvolvimento da região.

Palavras-chaves: Água-mãe. Produtos. Economia.

ABSTRACT

Rio Grande do Norte is the largest salt product in Brazil, around 95% of national production is concentrated in the state, mother liquor is one of the main residues discarded after salt production is rich in minerals with a high economic value. Given the considerable volume of discarded mother liquor, its high concentration and diversification of salts, it is noted that it is possible to add economic value to this waste from salt production. Thus, the present work sought to investigate two dissertations from the graduate program PPGCEM-UFERSA, with the aim of exploring components not yet used by local industry and commerce, present in fleur de sal, sedimented precipitates and solution. In these dissertations, seawater was completely evaporated and the chemical compositions determined for different concentrations. These results were used in an attempt of application in different economically viable products. Then, a literature review was carried out for products from the salt production chain and whose composition contained chemical concentrations similar to those determined in the dissertations. Therefore, there was a large amount of products on the market, with applications in food, health and agriculture, which can be used in their production from effluents from the salt production chain and contribute to the development of the region.

Key words Mother water. Products. Economy.

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Norte é o estado brasileiro que reúne condições geográficas e climáticas bastante favoráveis para extração do sal por evaporação da água do mar (FONTES, 2020, p.18). Praticamente, todo sal marinho produzido no país, se concentra no estado do Rio Grande do Norte, numa área de 370 km² onde se encontram as cidades de Macau, Mossoró, Grossos e Areia Branca. Esta zona tem as condições climáticas e topográficas favoráveis às altas taxa de evaporação e, portanto, economicamente rentáveis para a salicultura (Félix *et al.*, 2013).

Por usar a água do mar como matéria prima e depender de condições naturais específicas, as áreas de produção de sal foram historicamente construídas às margens de estuários e deltas, ambientes considerados vitais para reprodução e abrigo para muitas espécies marinhas. Um dos problemas está no efluente, denominado de água-mãe, que é comumente

descartada nesses ecossistemas, causando poluição, alterações na qualidade da água e do solo prejudicando a migração e reprodução de espécies locais (BEZERRA et al., 2012).

No caso das salinas do RN, a cadeia produtiva se baseia somente na exploração do carago (mistura do $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4$) e do sal (Félix *et al.*, 2013; Oren, 2009). Essa produção é realizada através do método de precipitação por evaporação, que é um processo tradicional e artesanal para produção de sal, que consiste na evaporação solar, onde a água marinha é represada em diques de argila, formando lagoas salinas (MEDEIROS et al., 2012). É importante salientar que durante todo o processo de produção do sal o vapor d'água que é a água destilada, não é aproveitada em nenhuma das etapas. Se consideramos que para produção de 1 kg de NaCl, são necessários em torno de 30 litros de água do mar evaporados e que não foram recuperados, temos um desperdício de água que poderia ter um valor superior ao do próprio sal produzido.

A água-mãe, como é denominada a salmoura após a extração do sal é um efluente rico em íons como MgCl_2 , MgSO_4 , KCl e NaBr, mas ainda contendo uma quantidade preponderante de NaCl. Essa mistura, geralmente é lançada de volta ao mar ou armazenada em tanques, sem qualquer uso comercial. O processo de extração do sal a partir da água do mar pode ser dividido em três etapas: a concentração da água do mar, a cristalização do cloreto de sódio e a colheita e lavagem (ALEXANDRA MENDES, 2012, p.13). A água do mar quando exposta ao sol entra em um estágio de evaporação o que conseqüentemente aumenta sua concentração de sais. Desse modo os sais que atingem seu limite de solubilidade acabam precipitando-se.

Para além do NaCl a água-mãe possui um grande potencial a ser explorado devido à grande quantidade de produtos que podem ser extraídos durante o processo de produção do sal, um deles é a “flor de sal”. Este produto constitui-se de um fino filme salino que surge na superfície da salmoura e permanece flutuando, composta de pequenos cristais salinos. Logo após ser recolhida manualmente e seca naturalmente ao sol, não é submetida a intenso processo industrial (DONADIO *et al.*, 2011).

Segundo Albuquerque (2009), após 29 °Bé de concentração, a água-mãe é descartada para os rios. Uma vez que, naquela densidade, já não é mais viável a produção de sal, mas observa-se um grande descarte de valiosos minerais que poderiam ter maiores aplicações como, por exemplo, na indústria agrícola, civil, química e farmacêutica. Dessa forma, grupos familiares de pequenos salino-cultores que administram na maioria das vezes as salinas presentes no estado, poderiam se beneficiar como fonte de renda a comercialização destes sais para empresas interessadas. Logo que, esse estado de permanente desequilíbrio econômico nas salinas, devido a baixas produções em algumas épocas do ano, tem levado os produtores à busca por alternativas da produção de sal para outras mercadorias derivados da água do mar (SILVA;

GRIGIO; LEMOS FILHO; OLIVEIRA JUNIOR, 2017). O aproveitamento da água-mãe pode ser por dessalinização ou recuperação de sais por meio das várias técnicas disponíveis que hoje são utilizadas (HUSSEIN; ZOHDY; ABDELKREEM, 2017; QASIM et al., 2015). Entretanto o uso das mesmas se torna pouco viável devido a uma relação de custo-benefício ocasionado pelo pouco interesse de exploração da salmoura na região.

Com base nesses fatores supracitados, o presente trabalho tem por objetivo geral avaliar a possibilidade da exploração econômica da cadeia produtiva do sal com base nos resultados recentemente obtidos pelo PPGCEM-UFERSA, relativo à extração de sal. Realizando-se uma série de pesquisas na literatura por produtos que possuam em sua composição ou produção, compostos obtidos nos estudos das referidas dissertações, sugere-se então sua produção para agregação de valor aos produtos do efluente da cadeia produtiva do sal. Essa pesquisa abre boas oportunidades para expandir o conhecimento acerca de tecnologias existentes para produção de sal, principalmente os produtos por elas gerados, assim como os componentes dessas mercadorias e efluentes, como água-mãe, podem ser melhor utilizados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizado trata-se de uma pesquisa qualitativa, fundamentado em uma revisão de literatura e resultados recentemente obtidos por Almada (2020) e Fontes (2020) (PPGCEM-UFERSA), relativo à extração de sal. Nesses trabalhos, dois litros de água salina foram coletados uma densidade de $1,215 \text{ g/cm}^3$, início da precipitação do cloreto de sódio. Esses volumes foram então evaporados a 40°C , e expostos a duas umidades relativas diferentes em temperatura ambiente controlada.

Almada (2020) conduziu pesquisas sobre a influência da umidade relativa do ar (50 % e 70 %) na formação da flor de sal. Fontes (2020) explorou em sua pesquisa formas alternativas de se extrair e recuperar sais a partir da água-mãe, analisando também a influência da umidade do ar (50 % e 70 %) na produção da flor de sal.

Paralela, á análise das dissertações, investigou-se produtos na linha de cosméticos, fertilizantes, culinários e de saúde para pele. A partir das composições desses produtos, foi realizado um estudo comparativo com as soluções e sólidos obtidos dos resultados de Fontes (2020) e Almada (2020), não obstante, foram realizados cálculos estequiométricos para íons de Mg, Na e Cl, afim de ajustar valores tomando referencias as composições contidas na literatura para uma produção comercial com maior valor agregado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos resultados encontrados por Almada (2020) e Fontes (2020), tanto no sedimentado (sais acumulados no fundo do recipiente) e flor de sal (sais precipitados na superfície da solução), podemos relacionar e resumir suas composições para diferentes densidades e tempos de evaporação nas tabelas a seguir, nas quais são apresentadas as concentrações de íons na flor de sal, na solução e nos sedimentados.

3.1 Análise dos resultados das dissertações

A tabela 1 apresenta os minerais colhidos durante o processo de evaporação da água-mãe na flor de sal. A tabela 2 lista os minerais colhidos ao longo do processo de evaporação da água-mãe ainda presentes na solução, assim como na tabela 3 para os contidos no sedimentado.

Tabela 1- Minerais que compõem as amostras de flor de sal coletadas no decorrer da evaporação.

Concentração de íons em Flor de sal (%p/p)										
n°	UR	D (°Bé)	D (g/cm³)	Na	Mg	Ca	K	Cl	S	O
1	50%	26,01	1,217	33,323	2,80479	0,95449	0,3493	51,7807	3,59588	7,19177
2		27,93	1,238	30,8318	3,37223	0,12044	0,1927	56,3297	3,05106	6,10212
3		28,02	1,232	34,2232	2,22547	0,43152	0,13909	52,2985	3,56075	7,12149
4		28,2	1242	30,0373	4,84473	0,29068	0,16957	58,6018	2,01864	4,03727
5		28,4	1,245	33,7138	2,88976	0,72244	0,12041	53,4027	3,0503	6,1006
6		28,9	1,25	30,7047	3,89902	0,24369	0,14621	54,0404	3,65533	7,31065
7		29,1	1,253	29,494	5,36255	0,7597	0,29047	52,0275	4,02191	8,04383
8		29,8	1,26	32,7345	3,79531	0,8065	0,23721	54,994	3,95344	7,90689
9	70%	25,95	1,217	34,6477	2,17746	1,01012	0,10713	53,3477	2,90328	5,80656
10		27,93	1,238	31,8995	3,59431	0,78626	0,17972	52,308	3,74407	7,48815
11		27,97	1,231	33,3028	2,67403	0,33136	0,18362	53,4806	3,34254	6,68507
12		28,2	1,242	27,5402	4,83162	0,60395	0,14495	56,0081	3,62371	7,24743
13		28,4	1,245	26,6318	5,32636	0,84738	0,16948	56,1302	3,63161	7,26322
14		28,9	1,25	32,0623	4,19277	0,24663	0,12332	60,9086	0,82211	1,64422
15		29,1	1,253	29,8932	4,7045	0,49005	0,24503	59,2767	1,79686	3,59371
16		29,8	1,26	22,8354	9,13416	1,23692	0,19029	51,3796	5,07453	10,1491

Fonte: Adaptado de Almada e Fontes (2020).

UR refere-se à umidade relativa.

D refere-se à densidade da solução.

n° refere-se ao número da linha.

Tabela 2- Minerais que compõem as amostras de água-mãe coletadas no decorrer da evaporação.

Concentração de íons na Solução (%p/p)										
n°	Ur	D (°Bé)	D (g/cm ³)	Na	Mg	Ca	K	Cl	S	O
1		26,01	1,217	21,9016	9,15747	0,95369	1,32892	60,1173	2,18035	4,3607
2		27,93	1,238	15,9512	12,198	0,35186	1,17288	59,7701	3,51865	7,0373
3		28,02	1,232	15,0389	13,5565	0,9015	1,83296	63,2039	1,8221	3,64421
4	50%	28,2	1,242	14,0436	14,0436	0,46812	1,82567	63,7674	1,9505	3,90101
5		28,4	1,245	13,8954	11,7758	1,05982	1,41309	56,5473	5,10284	10,2057
6		28,9	1,25	6,95894	15,0777	0,69589	1,85572	55,6947	6,57233	13,1447
7		29,04	1,252	12,926	12,926	0,70505	1,76263	57,5793	4,70035	9,40071
8		29,8	1,26	9,24642	14,7943	0,92464	2,26537	58,8997	4,62321	9,24642
9		25,95	1,217	20,835	10,6093	0,85813	1,03379	55,4425	3,74045	7,4809
10		27,93	1,238	10,4215	14,3585	1,04215	2,43168	59,0088	4,24579	8,49159
11		27,97	1,231	14,553	14,0864	1,0162	1,38531	63,8682	1,69697	3,39394
12	70%	28,2	1,242	14,4019	13,9373	0,81301	1,27758	62,6016	2,32288	4,64576
13		28,4	1,245	11,6632	15,1621	0,83975	1,30627	62,8645	2,72141	5,44281
14		28,9	1,25	13,9515	13,7369	0,5366	2,23224	63,1037	2,14638	4,29277
15		29,04	1,252	11,3631	14,6773	0,63917	2,60404	61,2471	3,15642	6,31283
16		29,8	1,26	8,01466	15,5713	0,91596	2,2899	59,4687	4,5798	9,15961

Fonte: Adaptado de Almada e Fontes (2020).

UR refere-se à umidade relativa.

D refere-se à densidade da solução.

n° refere-se ao número da linha.

Tabela 3- Minerais que compõem as amostras de sais sedimentados coletadas ao decorrer da evaporação.

Concentração de íons na Sedimentado (%p/p)										
n°	Ur	D(°Bé)	D (g/cm ³)	Na	Mg	Ca	K	Cl	S	O
1		27,93	1,238	32,4332	3,60369	0,48049	0,16817	52,5034	3,60369	7,20738
2		28,0	1,24	31,425	2,8814	1,23457	0,37901	48,7621	5,10598	10,212
3		28,2	1,242	31,8862	3,67918	0,36792	0,19622	55,2857	2,86158	5,72316
4	50%	28,4	1,245	32,8865	2,4914	0,62285	0,12457	56,4004	2,4914	4,98281
5		28,9	1,25	30,8398	3,20734	0,6168	0,1727	58,9954	2,05599	4,11198
6		29,04	1,252	33,2308	2,9759	0,74397	0,17359	54,196	2,89323	5,78646
7		29,8	1,26	30,8261	3,94575	0,86313	0,19729	58,0025	2,05508	4,11015
8		27,93	1,238	29,7503	4,38939	0,85349	0,09754	57,5936	2,43855	4,8771
9		28,0	1,24	31,1543	2,82333	1,25529	0,34314	49,9511	4,82427	9,64853
10		28,2	1,242	28,6408	4,85437	0,80097	0,12136	57,0874	2,83172	5,66343
11	70%	28,4	1,245	27,8518	5,81255	0,82344	0,12109	59,3364	2,01824	4,03649
12		28,9	1,25	30,8093	4,33934	0,6509	0,13018	49,9675	4,70095	9,40189
13		29,04	1,252	29,3848	4,59137	0,34435	0,1607	51,7447	4,59137	9,18274
14		29,8	1,26	27,245	4,71961	0,7723	0,15017	54,2412	4,29056	8,58111

Fonte: Adaptado de Almada e Fontes (2020).

UR refere-se à umidade relativa.

D refere-se à densidade da solução.

n° refere-se ao número da linha.

Observa-se que as composições presentes na flor de sal se assemelham aos sais sedimentados. As composições apresentadas estão de acordo com os valores encontrados na literatura, assim como Baseggio (1974), que apresenta os principais íons presentes na água do mar e suas concentrações em função do aumento da densidade. Na água do mar, as espécies em maior abundância estão na forma iônica, os sais são formados apenas quando as concentrações desses íons atingem o limite de solubilidade suficiente.

3.2 Produtos e aplicações a partir da cadeia produtiva do sal.

3.2.1 Na alimentação

O cultivo e manejo da flor de sal pode se transformar em uma atividade bastante lucrativa devido a uma produção barata e uma valorização do produto no mercado nacional e internacional. É importante dizer que um dos agentes que influencia a quantidade de produção da flor de sal é o vento, que em grandes quantidades degrada os filmes cristalinos nas salinas, mas isso poderia ser facilmente resolvido ao serem introduzidas paredes de argila afim de inibir a quantidade de vento e aumentar a produção. Outro aspecto importante é que para produção de flor de sal não são necessárias grandes áreas, e por se tratar de uma produção mais artesanal, pequenos produtores poderiam se beneficiar, gerando assim subsídios inclusive para grupos familiares que vivem as margens das regiões hipersalinas (COSTA, 2013a).

A flor de sal pode ser utilizada em saladas, finalização de pratos e até sobremesas em pequenas quantidades, em bombons e chocolates. Segundo a Cimsal – Comércio e Indústria de Moagem e Refinação de Santa Cecília Ltda, situada em Mossoró – RN a flor de sal, além de manter todo o aroma do mar, é composta por mais de 80 minerais e oligoelementos que são microelementos, estruturas fundamentais para que o organismo funcione regularmente.

O teor de cloreto de sódio, o principal ingrediente do sal, é, contudo relativamente baixo, ou seja, de acordo com os dados colhidos da empresa Marisol que trabalha com produção de flor de sal em Portugal em salinas de médio e grande porte, a composição média de uma flor de sal para compostos como NaCl é 97 %, 0,1 % de Ca, 0,4 % de Mg, 0,2 % de K, 0,5 % de sulfato

de cálcio, 0,3 % de cloreto de magnésio, 0,2 % sulfato de magnésio (sal amargo) e cerca de 0,1 % de cloreto de potássio. Tendo o magnésio como principal componente que age realçando o sabor, tornando-se uma alternativa para os adeptos a qualidade de vida saudável.

Se observamos os dados da *tabela 1 para condição de umidade relativa 50 % e 70 %* para os valores colhidos da flor de sal, temos que;

- Mg variando de 2,1 % a 9,1 %;
- Ca variando de 0,1 % a 1,2 %;
- K variando 0,1 % a 0,3 %.

E com os valores dos íons colhidos na tabela para flor de sal, podemos relacionar e calcular os seguintes compostos, NaCl, KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$ e $CaSO_4$, dessa maneira temos que;

- NaCl variando de 44 % a 82 %;
- KCl variando de 0,1 % a 0,6 %;
- $MgCl_2$ variando 5 % a 17 %;
- $MgSO_4$ variando 10 % a 34 %;
- $CaSO_4$ variando 0,3 % a 3,2 %.

Dessa maneira, observa-se uma possível viabilização de produção da flor de sal a partir dos dados colhidos, sobretudo na *tabela 1 na condição de umidade relativa de 50 % na linha nº 4* por apresentar maiores aproximações percentuais com 82 % de NaCl, 0,3 % de Ca, 4,8 % de Mg, 0,2 % de K, 1,3 % de $CaSO_4$, 5,2 % de $MgCl_2$, 10,5 % de $MgSO_4$ e 0,2 % KCl.

3.2.2 Na agricultura

Os fertilizantes comercializados atualmente estão classificados em orgânicos, oriundos de dejetos de animais ou restos de vegetais, e os minerais, que são extraídos do solo e de minas, esses geralmente, passam por processos químicos (CASTRO, 2014). A tabela 4 lista a composição de 4 fertilizantes minerais que possuem elementos químicos que estão presentes na água do mar. Nesse sentido, é possível observar que suas concentrações químicas se assemelham as apresentadas nos estudos de Fontes (2020) e Almada (2020), com exceção dos elementos minoritários como B, P, Fe e N. Tais não foram analisados pelos autores, mas caso não seja constatada sua presença os mesmos podem ser adicionadas de forma suplementar, chegando a uma composição da água-mãe mais viável de ser aplicada. Os elementos P e N podem ser adicionados de diferentes formas na composição da água-mãe, para sua aplicação

como fertilizante. No caso do nitrogênio, em cultivos de rotação ou por meio de fertilizantes sintéticos como ureia com 46 % de N (ROBERTSON¹; VITOUSEK, 2009).

Tabela 4 - Composição dos Fertilizantes comerciais

Fertilizantes	Concentração de íons (%p/p)									
	B	S	P	K	Mg	Fe	Ca	Na	Cl	N
SEAAGRI SEA-90	0,0034	1,1	0,0138	1,03	1,44	0,014	0,768	28	49,8	0,05
SEA MINERALS										
FA	n.d.	0,06	n.d.	0,015	0,03	n.d.	0,08	36	59,1	0,06
CREATION										
MINERALS	n.d.	0,43	0,0013	0,13	0,32	0,0053	0,41	33	55,2	0,06
REDMOND										
MINERAL	0,0001	0,2	0,02	0,02	0,06	0,03	0,55	31	62	n.d.

n.d.: nada detectado.

Fonte: Adaptado Seaagri (2021).

O SEA-90 é um produto feito a partir da água do mar de aspecto completo que é naturalmente desidratado pelo sol e fornece todos os elementos presentes nas proporções naturais e ideias do mar (HECKMAN; ORTON, 2012). Os minerais e oligoelementos presentes no SEA-90 são encontrados nos cristais de salmouras derivados da água do mar em salinas, esse produto difere dos demais fertilizantes no mercado pela quantidade de cloreto de sódio contido em sua composição, à medida que os fertilizantes feitos a partir do sal comum possuem 97-99 % de NaCl e passam por uma série de tratamentos químicos, o SEA-90 feito a partir da água do mar pura, contém 82-85 % de NaCl e uma mistura de elementos leves como sódio, potássio, cálcio e magnésio segundo o fabricante.

O SEA MINERALS FA é um fertilizante orgânico utiliza para sua fabricação minerais contidos na água do mar e funciona como um suplemento de fertilidade do solo. Os fertilizantes CREATION MINERALS, assim como o SR60 produzido pela REDMOD MINERAL são fertilizadores que se baseiam em minerais de rochas vulcânicas, mas com 35 % de sua composição advinda de sais contidos em salmouras decorridos da produção de sal, tendo Cl e Na como os principais minerais utilizados, fornecendo micronutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Tendo em vista ampla aplicação dos sais colhidos por Almada e Fontes (2020) e os fertilizantes existentes de alto valor comercial, observa-se na tabela 2 para os sais contidos na solução valores muito próximos dos existentes nestes produtos. Na *linha nº 1 para condição de 50 % umidade relativa* temos uma viabilização de utilização dos íons de Na com 21,9 %, 9,2 % para o Mg, 1 % para Ca, 1,3 % para K, 60,1 % para Cl, 2,2 % de S e com 42 % de NaCl, assim

como na *condição 70 % na linha de n° 9* por conter maiores aproximações percentuais para *Na, Mg, Ca, K, Cl, S e 39 % de NaCl* com possíveis ampliações para produção do fertilizante SEA-90.

Nesta perspectiva, na *linha n° 1 para condição de 50 %, assim como na linha n° 12 para condição de 70%* temos um grande número de aproximações e até maiores para *Na, Mg, Ca, K, Cl e S* que corroboram para utilização e produção do fertilizante SEA MINERALS FA. Não obstante, ainda na mesma tabela, observa-se na *linha n°1 na condição de 50 % e n°9 na condição de 70 % as maiores concentrações para o Na e Cl* e mais próximas as comerciais existentes, o que possibilita a utilização destes na fabricação de adubadores como CREATION MINERALS e REDMOD MINERAL.

3.2.3 Na Saúde

O banho no mar morto como tratamento de doenças de pele é conhecido e praticado há centenas de anos. O oceano possui em média 35 g/kg de salinidade, já o mar morto uma média de 280 g/kg, ou seja, uma concentração 8 vezes maior de sais ricos em magnésio, cálcio, potássio e bromo além de íons de sódio, sulfato e carbonato em menores quantidades (MD; NISSEN; BREMGARTNER; URQUHART, 2005). Minerais como cálcio, magnésio, sódio, zinco, ferro, potássio, cloreto, sulfato e nitrato são encontrados facilmente em lamas hipersalinas e são eficazes no tratamento atópica de dermatites, onde pesquisadores constataram a ocorrência de alívios de sintomas. Além disso, há a possibilidade de aplicações para prevenção de outras doenças alérgicas da pele (BARCK et al., 2012). O uso de argila enriquecida com água mãe para tratamento de feridas cirúrgicas, contribuiu de maneira predominante para o efeito cicatrizante das incisões (FERREIRA JÚNIOR, 2020). Tendo em vista tais benefícios, em salinas como as de Aveiro em Portugal, existem piscinas de água-mãe, abertas ao público para banhos medicinais, fomentando o turismo local. Além do aproveitamento turístico, o empreendimento ainda dispõe de restaurante com comidas regionais e uma loja de produtos da salina e souvenirs.(RODRIGUES *et al.*, 2011; VIEIRA, 2015).

A ACQUASALINA é uma solução salina hipertônica, com elementos fundamentais encontrados na água-mãe. Trata-se, de um ativo que apresenta uma proporção única de compostos com alta relevância para o metabolismo e atua como remineralizado para a pele e os cabelos. Este produto atua como um cosmético com atividade detoxificante, tonificante e reparadora, e é comumente utilizado na composição de shampoos, condicionadores, mascaras capilares e sérum (couro cabeludo). Os elementos utilizados para compor a produção de

ACQUASALINA são retirados das águas-mães, 11,8 % de K, 48,6 % de Na, 0,2 % de Ca, 39,5 % de Mg e 0,0007 % de Zn. Tendo em vista os resultados de Almada e Fontes (2020) para 2 litros de salmoura, *observa-se na tabela 2 para os minerais contidos no sedimento* que, mesmo apresentando menores quantidades de íons presentes, possui valores muito próximos aos utilizados para compor o produto comercial ACQUASAINA, assim como na *linha nº3 para condição de 50 % com 1,8 % de K, 15,03 % de Na, 1 % de Ca, 13,6 % de Mg e na linha nº16 para condição de 70 % com 2,3 % de K, 8,01 % Na, 1 % de Ca e 15, 6 % de Mg*. Além disso, tais valores podem ser corrigidos com adições de sais riscos em componentes suplementares.

A Mavena Dermaline é uma linha de produtos para peles secas, que utiliza como princípio ativo o cloreto de magnésio a um nível de 46 % que possui a função de melhorar a barreira da pele e aumenta a hidratação e reduzir inflamações. Também esta mesma linha de produtos utiliza pequenas proporções de compostos iônicos, 0,5 % de KCl, 0,8 % de NaCl para introduzir na produção de seus produtos e pequenas quantidades de brometos (MD; NISSEN; BREMGARTNER; URQUHART, 2005). Dessa maneira, dispondo dos dados da tabela 2 para a solução é possível uma viabilização de utilização, à medida que, na *linha nº14 para condição 70 % há valores como 28 % de $MgCl_2$, 2,5 % de KCl, 13 % de NaCl*, levando em consideração possíveis ampliações das quantidades de íons diante a capacidade de salmoura utilizada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa avaliou e investigou a possibilidade da exploração econômica da cadeia produtiva do sal, de modo a agregar valor para utilização dos compostos obtidos em laboratório pelo grupo de pesquisa PPGCEM-UFERSA em produtos comerciais.

Constatou-se, a existência de caminhos economicamente viáveis para utilização da água-mãe após o processo de produção do sal em diversos produtos em escala comercial e semicomercial, dispensando a possibilidade de descarte desse efluente, principalmente por conter grandes quantidades de Cl, Mg e Na em sua composição. Compostos que estão presentes de forma qualitativa e quantitativa em vários produtos encontrados ao longo da investigação na literatura.

Por fim, descobriu-se que, a indústria agrícola, farmacêutica e alimentícia são áreas de notável importância em que os compostos estudados são utilizados. Tais setores, têm o potencial de corroborar intrinsecamente para o desenvolvimento econômico da região. Portanto, este estudo expõe possibilidades para pesquisas futuras com relação a compostos presentes na

salmoura, podendo contribuir, inclusive, com ideias para os pequenos salicultores que buscam por alternativas para produção de sal e reutilização do resíduo gerado.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, F. S. X. 2009. As Águas-mães: um efluente industrial detentor de um potencial econômico para a indústria salineira do Rio Grande do Norte na Produção de Óxido de Magnésio. 2007. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Mossoró Universidade Estadual do Rio Grande do Norte.

A ALMADA, L F; FONTES, K e s; VITORIANO, J O; MELO, V R M; FRAGA, F e N; ALVES JUNIOR, C. Applying pulsed corona discharge in hypersaline droplets. **Iop Publishing**. [S.I], p. 2-7. 23 set. 2020.

BEZERRA, J. M., BATISTA, R. O., DA SILVA, P. C. M., THIAGO, C. Aspectos econômicos e ambientais da exploração salineira no estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 003-020, 2012.

BARDI, Ugo. Extracting Minerals from Seawater: An Energy Analysis. *Sustainability*, v. 2, n. 4, p. 980–992, 2010. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/2/4/980>>.

CIMSAL. **FLOR DE SAL CIMSAL**: 100% natural e artesanal.. 100% NATURAL E ARTESANAL.. 2016. Disponível em: <https://www.cimsal.com.br/flordesal.html>. Acesso em: 12 nov. 2021.

COSTA, Juliana Elionara Bezerra. **Análise comparativa entre as propriedades do gesso obtido de rejeito da produção de sal e gessos comerciais**. 2013b. - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN, [s. l.], 2013.

CASTRO, S. R. **Precipitação De Estruvita: Recuperação De Nitrogênio E Fósforo Utilizando Fontes Alternativas De Reagentes**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

DONADIO, Clara *et al.* Carotenoid-derived aroma compounds detected and identified in brines and speciality sea salts (fleur de sel) produced in solar salterns from Saint-Armel (France). **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v. 24, n. 6, p. 801–810, 2011.

FÉLIX, D.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. H. M.; FILHO, M. A. LUCENA; ROCHA, R. D. M.; LILLEBO, A. I.; SOARES, A. BREVE REVISÃO SOBRE A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ATIVIDADE SALINEIRA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (BRASIL) Brief characterization about the historical evolution of the salt production activities in Rio Grande do Norte State's (Brazil). **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 21–34, 2013.

FONTES, Kristy Emanuel Silva. **ALTERNATIVAS PARA EXTRAÇÃO DE SAIS A PARTIR DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA SALINEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE UMIDADE E PLASMA ATMOSFÉRICO**. 2020. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Ppgcem, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

FERRIRA JÚNIOR, M. A. Efeito de argila enriquecida com águas residuais de salinas do rn, na cicatrização de feridas cirurgicas. [s.l.] Universidade Federal Rural do Semi Árido, 2020.

HUSSEIN, Abdel Aal; ZOHDY, Khaled; ABDELKREEM, Maha. Seawater Bittern a Precursor for Magnesium Chloride Separation: Discussion and Assessment of Case Studies. **International Journal of Waste Resources**, [S. l.], v. 07, n. 01, 2017.

HECKMAN, Joseph; ORTON, Thomas. **Sea Solids Amendments (Sea 90) to Promote Field Performance of Fresh Market and Processing Tomato**. 2012. 13 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biology, Department Of Plant Biology And Pathology, School Of Environmental And Biological Sciences Rutgers University, Eua, 2012.

MEDEIROS, D. H. M.; AZEVEDO-SILVA, A. M.; ARAÚJO, C. N.; XAVIER-FILHO, L. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n.8, p.1-8, 2012.

OREN, A. **Saltern evaporation ponds as model systems for the study of primary production processes under hypersaline conditions** Aquatic Microbial Ecology. **Anais...set**. 2009.

SILVA, Clara Livia Câmara e; GRIGIO, Alfredo Marcelo; LEMOS FILHO, Luis César de Aquino; OLIVEIRA JUNIOR, Hermínio Sabino de. Potencialidade da produção de óxido de magnésio a partir do efluente salino proveniente da produção de sal marinho no município de Grossos/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 10, n. 03, p. 1-12, 07 jul. 2017.

SEAAGRI. **Analysis, Articles, Interviews & Research**. 2021. Disponível em: <https://seaagri.com/research/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

RODRIGUES, C. M.; BIO, A.; AMAT, F.; VIEIRA, N. Artisanal salt production in Aveiro/Portugal - an ecofriendly process. **Saline Systems**, v. 7, n. 3, p. 1–14, 2011.