



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DO SEMIARIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

JEFFERSON FERREIRA DE FREITAS FEITOSA

**IMPACTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE CURTUME NO CRESCIMENTO INICIAL DA
Atriplex nummularia Lindl CULTIVADA EM LUVISSOLO**

**SUMÉ - PB
2018**

JEFFERSON FERREIRA DE FREITAS FEITOSA

**IMPACTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE CURTUME NO CRESCIMENTO INICIAL DA
Atriplex nummularia Lindl CULTIVADA EM LUVISSOLO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Adriana de Fátima Meira Vital.

SUMÉ - PB

2018

F311i Feitosa, Jefferson Ferreira de Freitas.

Impacto da água residuária de curtume no crescimento inicial da *Atriplex nummularia* Lindl cultivada em luvisolo. / Jefferson Ferreira de Freitas. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

49 f.

Orientadora: Professora Dra. Adriana de Fátima Meira Vital..

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Irrigação com água residuária. 2. Água de curtume. 3. *Atriplex nummularia* Lindl. 4. Fitorremediação. 5 .Irrigação com água salinizada I. Título.

CDU: 631.413.3(043.1)

JEFFERSON FERREIRA DE FREITAS FEITOSA

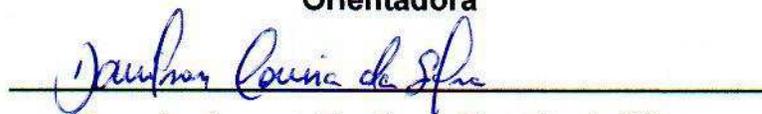
**IMPACTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE CURTUME NO CRESCIMENTO INICIAL DA
Atriplex nummularia Lindl CULTIVADA EM LUVISSOLO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

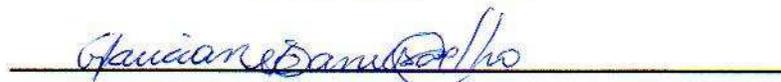
BANCA EXAMINADORA



**Profª. Drª. Adriana de Fátima Meira Vital
UATEC/CDSA/UFCG
Orientadora**



**Eng. Agrônomo Danilson Correia da Silva.
UATEC/CDSA/UFCG
Examinador Interno**



**Profª. Drª. Glauciane Danusa Coelho.
UAEB/CDSA/UFCG
Examinador Externo**



**Ma. Maria Teresa Cristina Coelho do Nascimento.
Examinador Externo
Doutoranda CTRN/UFCG**

Aprovada em 31 de julho de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu que essa vitória acontecesse e a Jesus, por ser o Mestre Maior que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, José Francisco Feitosa Filho e Inácia Ferreira de Freitas Feitosa, que apesar de todas as dificuldades, me fortaleceram nessa jornada.

A Universidade Federal de Campina Grande, Campus Sumé, pela oportunidade de fazer a graduação e ao Programa de Extensão Universitária – PROBEX, pela concessão da bolsa de estudos nas atividades do Programa de Ações Sustentáveis para o Cariri – PASCAR.

A minha orientadora, Dra Adriana Meira Vital, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho e suporte no tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A todos os professores do curso de Tecnologia em Agroecologia por terem me proporcionado o conhecimento para a formação profissional.

Aos examinadores da banca pela disponibilidade em participar e pelas sugestões.

Ao técnico do Laboratório de Solos, Danilson Correia da Silva, pela atenção na realização das análises.

Ao pessoal do Matadouro Público de Sumé por entenderem a necessidade da pesquisa, facilitando a aquisição do material.

Aos colegas Ivson, Diego, Rubens e Amanda pelo apoio na implantação do trabalho de campo e ao funcionário do Viveiro de Mudas do CDSA, José Tiano da Silva, por todo suporte na condução da atividade de campo.

Aos colegas do CDSA e aos amigos e companheiros de vida que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Diversas atividades humanas podem trazer como consequência à degradação do solo. Na pecuária destaca-se o processo do curtimento do couro como atividade potencialmente degradatória, pela deposição dos resíduos nas diferentes etapas, iniciadas com a salga que gera uma água residuária de elevada carga orgânica, geralmente depositada nas áreas do entorno dos matadouros. Buscar mecanismos para minimizar o impacto causado ao solo pela atividade é imprescindível, sendo a possibilidade do uso de plantas tolerantes aos elevados níveis de salinização uma importante estratégia de fitorremediação, a exemplo da erva sal (*Atriplex nummularia* L.). A pesquisa objetivou verificar o impacto da irrigação com água residuária de curtume no crescimento inicial da erva sal e realizar diagnóstico preliminar do solo da área de descarte de salmoura. Foi realizado um estudo de caso e uma pesquisa de campo em Sumé (PB), que constou da caracterização do solo da área e do estabelecimento das mudas de erva sal, irrigada com diferentes diluições (100%, 50%, 20%, 4,0% e 0,8% de salmoura). As mudas de atriplex foram plantadas em vasos de 5L, usando um Luvisolos, sem adição de matéria orgânica. Os resultados da análise do solo indicaram que os atributos químicos do solo da área de deposição da salga do couro apresentam teores de sódio, matéria orgânica e condutividade elétrica elevados no local e no entorno e que houve acréscimo dos teores de sais no solo dos vasos, sobretudo naqueles que receberam irrigação com 100%, 50% e 20% de salmoura (Na 161,7 - 91,3 - 22,6 cmol_c dm⁻³ e CE 21,13 - 14,42 - 10,5 dS m⁻¹ respectivamente). Embora com reduzido tempo de cultivo, foi possível evidenciar que a *Atriplex nummularia* apresentou potencialidades de expressiva tolerância ao desenvolvimento em solos de áreas contaminadas pela salinidade da salga de couro, respondendo ao incremento de salinidade da água de irrigação quando se consideram o aumento de produção de biomassa e do sistema radicular.

Palavras-Chave: Salinidade. Curtume. Erva sal. Fitorremediação.

ABSTRACT

Various human activities can lead to soil degradation. In the livestock industry, the leather tanning process is highlighted as a potentially degrading activity, due to the deposition of the residues in the different stages, initiated with salting that generates wastewater of high organic load, usually deposited in the areas surrounding the slaughterhouses. The search for mechanisms to minimize the impact caused to the soil by the activity is essential, being the possibility of the use of plants tolerant to the high levels of salinization an important strategy of phytoremediation, like the herb salt (*Atriplex nummularia* L.). The objective of this research was to verify the impact of irrigation with tannery waste water on the initial growth of the salt grass and to carry out preliminary soil assessment of the brine disposal area. A case study and a field survey in Sumé (PB) were carried out, which consisted of soil characterization of the area and establishment of salt grass seedlings, irrigated with different dilutions (100%, 50%, 20%, 4,0% and 0,8% brine). The atriplex seedlings were planted in 5L pots, using a Luvisols, without addition of organic matter. The results of the soil analysis indicated that the chemical attributes of the soil of the salting area of the leather present high levels of sodium, organic matter and electrical conductivity at the site and in the surroundings and that there was an increase of the salts contents in the soil of the vessels, especially in those receiving irrigation with 100%, 50% and 20% of brine (Na 161.7 - 91.3 - 22.6 cmolc dm⁻³ and EC 21.13 - 14.42 - 10.5 dS m⁻¹ respectively). Although with reduced cultivation time, it was possible to show that *Atriplex nummularia* showed potentials of expressive tolerance to the development in soils of areas contaminated by the salinity of the leather salting, responding to the increase of salinity of irrigation water when considering the increase of production of biomass and the root system.

Keywords: Salinity. Tannery. Saltbushplants. Phytoremediation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Vista aérea de Sumé (A) e localização do Matadouro Público (B) | 24 |
| FIGURA 2 – Estacas de erva sal em viveiro | 25 |
| FIGURA 3 – Estacas da erva sal em vasos em seus respectivos tratamentos | 26 |
| FIGURA 4 – Aspecto da salmoura em diluições da esquerda para direita: 100, 50, 20,4,0,0,8% de salmoura | 27 |
| FIGURA 5 – Camadas de sais na superfície (A) e solo após retirada dos vasos (B) no tratamento com 100% salmoura | 32 |
| FIGURA 6 – Aspecto do solo ao final do experimento com erva sal nos diferentes tratamentos* | 33 |
| FIGURA 7 – Comprimento das raízes da erva sal nos diferentes tratamentos* | 36 |
| FIGURA 8 – Local da salga (A) e deposição da salmoura (B) | 50 |
| FIGURA 9 – Aspecto da salmoura (A) e o autor fazendo a diluição (B) e aplicando os tratamentos (C) | 50 |
| FIGURA 10 – O autor fazendo a mensuração do sistema radicular da erva sal..... | 50 |
| | |
| QUADRO 1 – Utilização do couro por diferentes segmentos da indústria nacional | 17 |
| QUADRO 2 – Pré-requisitos da fitorremediação | 20 |
| | |
| GRÁFICO 1 – Dados morfométricos da erva sal em função dos diferentes tratamentos | 35 |
| GRÁFICO 2 – Número e comprimento das raízes da erva sal nos diferentes tratamentos | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – Principais produtores mundiais de couro bovino em 2003 | 17 |
| TABELA 2 – Atributos químicos do solo usado no experimento | 25 |
| TABELA 3 – Condutividade elétrica (CE) e pH da água (Controle) e das diluições da salmoura | 27 |
| TABELA 4 – Atributos químicos do solo da área de deposição da salmoura..... | 29 |
| TABELA 5 – Atributos químicos do solo após aplicação dos tratamentos | 30 |
| TABELA 6 – Densidade do solo ao final do experimento | 31 |
| TABELA 7 – Dados morfométricos da erva sal nos diferentes tratamentos..... | 34 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1. | CONTAMINAÇÃO DO SOLO, PASSIVO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO | 12 |
| 2.2. | USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS | 15 |
| 2.3. | SETOR COUREIRO NACIONAL | 16 |
| 2.3.1. | Processo do curtimento do couro | 18 |
| 2.3.2. | Aspectos e impactos ambientais e sociais do processamento do couro | 19 |
| 2.4. | POSSIBILIDADE DA FITORREMEDIAÇÃO NO CONTROLE DA DEGRADAÇÃO DO SOLO | 20 |
| 2.4.1. | Uso da erva sal (<i>Atriplex nummularia</i> L.) na fitorremediação do solo | 21 |
| 3 | METODOLOGIA | 24 |
| 3.1. | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA | 24 |
| 3.2. | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 24 |
| 3.3. | ANÁLISE DO SOLO E PREPARAÇÃO DAS ESTACAS DE ATRIPLEX | 25 |
| 3.4. | TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 26 |
| 3.4.1. | VARIÁVEIS ESTUDADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA | 28 |
| 3.5. | DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DO SOLO | 28 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 4.1. | DO SOLO DA ÁREA DE DEPOSIÇÃO DA SALGA | 29 |
| 4.2. | DO SOLO IRRIGADO COM SALMOURA NA ÁGUA DO POÇO | 30 |
| 4.3. | DA PLANTA | 32 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 37 |
| | REFERÊNCIAS | 38 |
| | APÊNDICES | 50 |

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da humanidade é tornar as atividades de exploração dos recursos naturais sustentáveis, de modo a não comprometer a qualidade e o prosseguimento da vida.

O crescimento populacional e a pressão econômica de diferentes setores produtivos têm contribuído sensivelmente para expansão da área de solos degradados, possivelmente, em consequência do uso inadequado de terras marginais, do manejo inadequado da irrigação e do solo e do mau uso do solo urbano (RIBEIRO et al., 2003).

Um solo se degrada quando são modificadas as suas características físicas, químicas e biológicas. O desgaste pode ser provocado por esgotamento, desmatamento, erosão, compactação, salinização e desertificação (MAJOR; SALES, 2012). De acordo com Kobiyama et al. (2001) isso acontece em decorrência da adoção de técnicas de exploração dos recursos naturais inadequadas à manutenção do meio ambiente.

Além da atividade agrícola, a pecuária é um grande componente dos processos de degradação dos solos. Dentre as atividades do setor, destaca-se a produção de couros.

O Brasil é um dos maiores produtores de couro no mundo. Em 2012, foram mais de R\$ 6 bilhões em produção – equivalente a 0,29% do valor total da produção da indústria brasileira de transformação. São 310 curtumes espalhados pelas cinco regiões do Brasil e mais de 700 empresas ligadas à cadeia do couro, desde organizações familiares aos grandes conglomerados corporativos do setor, empregando mais de 50 mil pessoas (PACHECO, 2005)

A indústria de couro participa de diferentes cadeias produtivas e depende da pecuária de corte e dos frigoríficos, que fornecem a principal matéria-prima. A indústria compõe-se especialmente dos curtumes, que fabrica o produto final (couro), e o fornece para diferentes indústrias, que utilizam o couro como um de seus insumos: calçados e artefatos, vestuário, móveis e peças automobilística (ABDI, 2011).

O início do processo dessa cadeia é a salga do couro, procedimento ainda muito usual em algumas cidades menores e que se constitui num tratamento prévio só para conservar e preservar o couro para o transporte. O couro verde ou salgado, verde ou em

sangue, como são chamados os couros após a (esfola) retirada dos animais, é o produto mais simples, de menor valor agregado (SANTOS et al, 2002).

Os principais resíduos sólidos gerados nesse processo são as aparas, pêlo, pele, sangue e a salmoura, que frequentemente são descartados no solo ou em algum córrego, gerando problemas de poluição e contaminação do ambiente.

Considera-se um sério problema ambiental a disposição de resíduos, pois a capacidade de regeneração do meio ambiente é bem menor e mais lenta, do que a produção destes. Assim, para superar a lógica econômica insustentável decorrente da visão cartesiana torna-se necessária uma nova percepção que oriente uma racionalidade ambiental (LEFF, 2006).

Os resíduos produzidos durante a salga podem causar poluição do solo, provocando um desequilíbrio do ambiente natural, sendo necessário a compreensão do potencial poluidor da atividade para a propositura de estratégias que minimizem o dano ambiental, primeiro devido à demanda por solos férteis para a promoção da agricultura sustentável e segurança alimentar, segundo porque uma gestão ambiental responsável, além de promover ações para o uso sustentável dos recursos naturais e melhorar a imagem da empresa perante a sociedade em geral, proporciona vantagens competitivas, tendo um aumento do consumo de seus produtos, gerando uma maior lucratividade.

Diante da relevância do tema acima exposto, em particular para a região do Cariri paraibano, o presente trabalho, baseado em levantamento bibliográfico e num estudo de caso, objetivou-se verificar o impacto da irrigação com água residuária de curtume no crescimento inicial da erva sal (*Atriplex nummularia* L.) como possível estratégia de fitorremediação dos solos degradados e realizar diagnóstico preliminar do solo da área de descarte de salmoura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CONTAMINAÇÃO DO SOLO, PASSIVO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO

O solo é um componente fundamental para a vida dos ecossistemas naturais e artificiais. É um organismo vivo, dinâmico, finito, formado lentamente sob a ação do tempo a partir da ação pedogênética do clima e da biosfera (PERIN, 2005).

O solo pode ser representado como um ciclo natural do qual participam fragmentos de rochas, minerais, água, ar, seres vivos e seus detritos em decomposição intimamente misturados, permitindo a ocorrência de reações e constituindo um ambiente adequado para a vida vegetal (MALAVOLTA, 1976).

Uma área contaminada pode ser definida, segundo o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001) como

[...] uma área ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural.

Os contaminantes podem se concentrar em subsuperfície, tanto acima como abaixo do perfil, no nível da água subterrânea. As formas como podem ser encontrados são: produto puro preenchendo os poros da rocha; adsorvido no material sólido como solo; sedimento; rocha e no material utilizado para aterrar o terreno; dissolvido na água subterrânea; forma de vapor, quando o contaminante é volátil; dissolvido no fluido gasoso que preenche os poros da zona não saturada do meio geológico.

Segundo Cunha (1997), a origem de áreas contaminadas pode estar associada a diferentes fontes de poluição, sendo as mais usuais as de natureza industrial, as relacionadas ao armazenamento e distribuição de substâncias químicas, como por exemplo, as de comercialização de combustíveis e as de sistemas de tratamento e disposição de resíduos, como os curtumes.

Para Sánchez (2001) as áreas contaminadas, também conhecidas como sítios, terrenos, solos contaminados, solos poluídos ou áreas degradadas, têm sido amplamente definidas em legislações ambientais de diversos países, de forma variada.

O autor acrescenta, ainda que, relativo à questão do solo, o termo “degradação” é mais abrangente, englobando também o termo “poluição”. Assim, “degradação do solo”, significa a ocorrência de alterações negativas em suas propriedades físicas, como estrutura ou grau de compactidade, perda de matéria orgânica, devido à erosão e alteração de características químicas frente a processos como salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes(SANTOS; RODELLA, 2007).

Atualmente, pode-se dizer que a maioria dos países, independentemente de situação econômica, possui algum tipo de legislação ambiental. Contudo, boa parte do conjunto potencial de relações sociedade/natureza não é considerada nos processos de formulação de políticas públicas (GONÇALVES; ALVES, 2003).

Esses problemas instalados nas encostas proporcionam grandes danos, muitas vezes de caráter permanente, promovendo importantes perdas de funcionalidades ecológicas e gerando enorme passivo ambiental (ACCIOLY; SIQUEIRA, 2000).

Passivo ambiental é definido por Poveda (etal. 2004) como “o conjunto de dívidas reais ou potenciais que a empresa ou a propriedade possui em relação à natureza por estar em desconformidade com a legislação ambiental”. O termo passivo ambiental é empregado para conotar o acúmulo de danos infligidos ao meio natural por uma determinada atividade ou pelo conjunto das ações humanas(TIRLONE, 2004).

Sendo o meio ambiente o berço da humanidade e de todas as formas de vida, imprescindível é a sua conservação e proteção. Logo, o Estado, como esfera nuclear de regulação social, deve propiciar meios para administrar as relações entre a sociedade, à economia e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2006 a).

Vários modelos e técnicas têm sido propostos no intuito de restaurar os ambientes degradados, os quais dependem de uma série de fatores tais como: informações sobre condições ecológicas da área, estado de degradação, aspectos da paisagem regional, disponibilidade de mudas, sementes e nível de conhecimento ecológico e silvicultural das espécies a serem utilizadas (MARTINS, 2012).

Nas ações conservacionistas e de restauração, a avaliação do ecossistema deve ser parte inseparável do processo de planejamento, manejo e tomada de decisões, a fim de verificar o sucesso das atividades implementadas na área. Nesse contexto, indicadores ecológicos, de avaliação e monitoramento, devem ser estabelecidos, desde o planejamento da restauração, de acordo com os objetivos a serem alcançados ao final do processo, uma vez que, devido à diversidade de situações e ambientes a serem recuperados, é improvável o estabelecimento de critérios ou indicadores de uso universal (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004; ENGEL; PARROTTA, 2003; MORAES et al., 2010).

Seja qual for o tratamento utilizado, as diferentes etapas do processo produtivo industrial contribuem de alguma forma para a carga de resíduos potencialmente impactantes ao meio ambiente, fazendo-se necessário o desenvolvimento de estudos e possíveis soluções que minimizem estes impactos e aperfeiçoem a cadeia produtiva, beneficiando as partes envolvidas e mantendo a qualidade de vida (JÚNIOR; MENDES, 2006).

De acordo com a Legislação Brasileira (ROCCO, 2005), é de inteira responsabilidade do fabricante o descarte de forma correta dos resíduos provenientes de qualquer tipo de produção ou serviço.

A Lei Federal 6938/81 (Lei de Política Nacional de Meio Ambiente) define como degradação da qualidade ambiental qualquer alteração adversa das características e elementos que integram o meio ambiente e estabelece normas e princípios que regulamentam a recuperação das áreas degradadas. A Resolução CONAMA n. 001/86, estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Estudo de Impacto ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e a Instrução normativa n. 4, de 13 de abril de 2011 - esta instrução estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada. Outra normatização ambiental importante é a Lei de Crimes Ambientais de 1998 (Lei nº 9.605), que, segundo Kleba (2003, p. 36) “tem um efeito preventivo de extrema relevância” (SAMPAIO, 2010).

O processo de curtimento do couro requer diversos processos mecânicos e químicos de tratamento que, em condições de baixa eficiência, resultam em grande quantidade de efluentes – 30 a 35 litros por quilograma de material cru processado –

com altas concentrações de matéria orgânica e inúmeros produtos químicos tóxicos, como o cromo e sulfato, que podem resultar em irritações na pele, olhos, e trato respiratório, além de cânceres, problemas neurológicos e mutagênicos, sendo necessário o cuidado com as atividades de manutenção da qualidade do ambiente, mesmo nas etapas iniciais do processo, como a salga (RODRIGUES et al, 2008).

A atividade traz diversas conseqüências para o meio ambiente, como a contaminação dos solos, que têm gerado muitas pesquisas no sentido de desenvolver técnicas de descontaminação fundamentadas em processos naturais, com custo mais baixos (SCHEIBE; POHREN, 2005).

2.2. USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

A NBR 7229 estabelece que água residuária é um “líquido que contém resíduo de atividade humana”. Para Fernandes (1997) essas águas residuárias que “não são adequadamente condicionadas e terminam poluindo as áreas receptoras, juntamente com as de escoamento superficial e drenagens subterrâneas formarão as vazões de esgotamento ou simplesmente esgotos.”

Resíduo é qualquer substância ou objeto que deve ser descartada. Incluem– se nessa definição óleo e águas oleosas; substâncias poluentes; resíduos perigosos controlados; esgoto e lixo. Regulamentos atuais exigem que resíduos sejam gerenciados desde sua fonte até sua disposição final. (PORTO, 2002)

Nesse material (água residuária), as propriedades físicas, químicas e biológicas variam de acordo com a produção da indústria ou setor de atividade, com o período de operação, com a matéria-prima e insumos utilizados e outras particularidades, sendo fundamental para definir o tipo de tratamento, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo receptor (PEREIRA, 2000).

As características físicas que devem ser observadas em águas residuais são: cor, turbidez, odor, matéria sólida e temperatura, sendo a matéria sólida a de maior importância (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

Para Nirenberg e Ferreira (2005), compostos poluentes lançados na água por indústrias “potencializa a necessidade de tratamento dos despejos, minimizando assim os efeitos devastadores, decorrentes da poluição dos efluentes, os quais degradam os cursos d’água e prejudicam o meio ambiente e a saúde animal”, por isso a utilização de águas residuárias tratadas para fins agrícolas pode se tornar uma alternativa para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, da biota natural dos sistemas bem como alívio de demanda e preservação da oferta de água para uso mais restritivos.

A falta de tratamento de esgoto e dejetos animais na zona rural tem forçado a busca por soluções práticas, econômicas e eficientes para tratamento e reúso de águas servidas de resíduos. Atualmente, a prática do reúso é realidade em alguns países. No Brasil, o reúso tem sido incentivado como forma de minimizar a escassez de água potável e a degradação de mananciais causada pelo despejo direto de esgotos e resíduos. Além disso, a irrigação e lavagem de verduras, hortaliças e frutas com água de mananciais contaminados com esgotos domésticos ou industriais e o uso direto de resíduos no solo, como a cama-de-frango, resíduos de suínos e bovinos ou de curtume, são fontes de contaminação do produto agrícola e das águas subterrâneas, mas para que o reaproveitamento de águas residuárias na agricultura ocorra sem trazer prejuízos à qualidade do solo, é necessário que o tratamento seja eficaz (BERTONCINI, 2008).

2.3. SETOR COUREIRO NACIONAL

Segundo Figueiredo e Figueiredo (2005), o curtume é considerado uma atividade agroindustrial que segue orientações de gerenciamento administrativo, gestão ambiental, e atende dispositivos legais de âmbito federal, estadual e municipal do país em que se encontra.

Embora muitos autores dissociem o setor coureiro da cadeia da pecuária de corte, Ruppenthal (2001), Perez (2003) e FAO (2006) entendem a atividade como integrante desta cadeia produtiva.

A relevância do setor de couros nacional se deve pelo aumento na demanda por carne e couro bovino no comércio internacional; pela crescente busca por sub-produtos extraídos da pele animal utilizados nas áreas alimentar, cosmética e biomédica

(CARDOSO et al., 2001); e pelo fato de, o couro, ser utilizado como matéria-prima em diversos segmentos da economia como esportes, vestuário, indústria automobilística, mobiliário, indústria calçadista, lazer, rural, dentre outras.

Em 2010 houve um crescimento significativo no uso da matéria-prima pelos demais setores, em especial pela indústria automobilística e de móveis (CORREA; ROSA, 2011).

Quadro 1 - Utilização do couro por diferentes segmentos da indústria nacional

| Década de 80 | | Década de 90 | | 2010 | |
|--------------------------|-----|--------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| Calçados | 70% | Calçados | 45% | Calçados | 25% |
| Outros Produtos de Couro | 30% | Estofamentos | 35% | Artefatos, Vestuários e Outros | 15% |
| - | - | Artefatos, Vestuários e Outros | 20% | Indústria Automobilística e Moveleira | 60% |

Fonte: Correa; Rosa (2011).

Na América Latina e América do Sul, os principais produtores são Brasil, Argentina (Tabela 1), sendo a Argentina reconhecida, mundialmente, pela boa qualidade de suas peles curtidas, ficando o Brasil como segundo maior produtor mundial de couros com 10% a 11% da produção total (HERZOVICH, 2002; TECNICOURO, 2007).

Tabela 1 - Principais produtores mundiais de couro bovino em 2003

| Países produtores | Quantidade de couros (milhões de peças) |
|-------------------|---|
| EUA | 37 |
| Brasil | 35 |
| China | 33 |
| União Européia | 35 |
| Índia | 26 |
| Rússia | 22 |
| Argentina | 12 |
| Austrália | 09 |

Fonte: Adaptado de Bos (2006)

Conforme Campos (2006), a indústria coureira é composta por 813 curtumes e 2018 empresas fabricantes de artigos de couro de variados portes (apenas 20% são classificados como médias e grandes empresas), e diferentes níveis tecnológicos,

gerando 82 mil empregos diretos formais, contudo estatísticas apontam para um total aproximado de 175 mil empregos. Contudo, os problemas ambientais são uma constante neste segmento, gerando custos financeiros e inúmeros impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida.

2.3.1. Processo do curtimento do couro

Conforme Gallon e Giacomolli (2006), o curtimento é o processo por meio do qual a resistência da pele ao ataque de microorganismos e enzimas é aumentada, elevando sua estabilidade hidrotérmica, e conferindo aspecto de imputrescibilidade.

Toda pele recém-chegada ao curtume é devidamente lavada e escovada do lado carnal, fazendo com que não ocorra a proliferação de microorganismos. É nessa etapa que o produto é chamado de pele verde. Para a conservação do produto, é necessária sua imersão em uma salmoura forte, por aproximadamente vinte horas. Depois, as peles são empilhadas, intercalando-as com uma camada de sal, pois assim se provoca a desidratação parcial do couro, eliminando as proteínas solúveis e aumentando a resistência aos microorganismos. No fim desse processo, as peles serão classificadas de acordo com seu peso e comprimento.

Pacheco (2005) anota que para o curtimento da pele são necessários diversos tratamentos, iniciando-se com a salga para o armazenamento e transporte das peças. Dessa forma, são utilizados sistemas de conservação da pele, de modo que esta seja preservada até o início de seu processamento, divididos em sal, onde são utilizados métodos de secagem, irradiação e resfriamento; e com sal, cujas etapas iniciais podem ser divididas em conservação e armazenamento das peles, ribeira, curtimento, e acabamento.

A preparação das peças de couro inicia-se após a esfola: as peças são lavadas em salmoura para provocar sua desidratação e eliminar proteínas solúveis. Na salga doméstica é colocado sal grosso (sal de cozinha) nas peças de couro que chegam ao ambiente (Matadouro). Para a salga da pele de animais de pequeno porte (caprinos e ovinos) normalmente é usado 1 kg de sal por peça; já para animais de grande porte (bovinos) é usado aproximadamente 2,5 kg de sal. Esses valores podem ser alterados para mais ou para menos, a depender do tamanho do animal.

2.3.2. Aspectos e impactos ambientais e sociais do processamento do couro

Além do grande volume de efluentes líquidos gerados, os curtumes também são responsáveis pela geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos industriais (MOREIRA; TEIXEIRA, 2003; BOS, 2006).

Segundo Brito et al. (2002) estes resíduos constituem sérios problemas de gerenciamento, pois sua remoção e disposição final são bastante complicadas e onerosas, fato que leva os curtumeiros, dispor seus resíduos de forma inadequada em rios, lixões e/ou no solo, a céu aberto.

Entretanto, os rejeitos, em particular os resíduos de couro curtido (classificados pela ABNT NBR 10.004 (2004) como Resíduo Classe I – perigosos), requerem atenção diferenciada por conterem sais de cromo e dessa forma, deveriam receber tratamento específico e disposição em aterros industriais.

- a) Aspectos sociais: alguns danos à saúde humana também estão associados à atividade curtidora, uma vez que utilizam diversas substâncias perigosas, muitas delas restritas na União Européia (RUIZ et al., 2007).
- b) Aspectos ambientais: Segundo Pacheco (2005), as fases de ribeira e curtimento, possuem elevado potencial poluidor, pois os efluentes lançados por elas são ricos em matéria orgânica e substâncias químicas, que podem causar tanto a contaminação do solo e das águas, quanto à intoxicação dos seres aquáticos. Neste contexto, de acordo com Moreira e Teixeira (2003); Aquim (2004) e Bos (2006), em função da presença de substâncias e elementos altamente perigosos, as atividades da indústria coureira podem provocar graves impactos ambientais, como a poluição das águas (superficiais e subterrâneas), poluição do solo e do ar.

2.4. POSSIBILIDADE DA FITORREMEDIAÇÃO NO CONTROLE DA DEGRADAÇÃO DO SOLO

Atualmente, a contaminação dos solos por metais pesados é um grave problema ambiental, devido a sua persistência e elevado poder de toxicidade. Extensas áreas agrícolas têm sido comprometidas com essa situação, exigindo esforços das pesquisas para mitigar o avanço da poluição, restaurando a qualidade e a fertilidade do solo. Nesse sentido é fundamental desenvolver técnicas de descontaminação do solo em processos naturais, com custo mais baixo, a exemplo da fitorremediação (OLIVEIRA, 2006b).

A fitorremediação é uma tecnologia que utiliza espécies vegetais como agentes de descontaminação, a fim de recuperar solos, água e sedimentos contaminados por poluentes de origem orgânica, como hidrocarbonetos e pesticidas, e de origem inorgânica, como os metais pesados, podendo ser definida como a combinação do uso de plantas, amenizantes do solo e práticas agrícolas para remover os poluentes do ambiente ou reduzir sua toxicidade (SALT et al., 1998).

Segundo Baird (2002), a fitorremediação é uma boa alternativa a ser utilizada como medida de remediação local, devido às vantagens que incluem seu custo relativamente baixo, benefícios estéticos e natureza não invasiva. Já Accioly; Siqueira (2000) estabelecem que os vegetais a serem empregados na recuperação de áreas contaminadas devem apresentar características específicas (Quadro 2):

Quadro 2 - Pré-requisitos da fitorremediação

| Pré-requisitos para aplicação |
|--|
| Alta taxa de crescimento e produção de biomassa |
| Capacidade de absorção, concentração e/ou metabolização e tolerância ao contaminante |
| Retenção do contaminante nas raízes, no caso da fitoestabilização, como oposto à transferência para a parte aérea, evitando sua manipulação e disposição |
| Sistema radicular profundo e denso |
| Elevada taxa de exsudação radicular |
| Fácil colheita, quando necessária remoção da planta da área contaminada |
| Fácil aquisição ou manipulação de propágulos |
| Capacidade de desenvolver-se bem em ambientes diferenciados |
| Ocorrência natural em áreas poluídas (importante na identificação, porém não é um pré-requisito) |
| Fácil controle ou erradicação |
| Resistência a pragas e doenças |
| Capacidade transpiratória elevada, especialmente em árvores e plantas perenes. |

Fonte: Adaptado de Pires (2003)

A técnica é uma boa alternativa aos tratamentos convencionais de remoção física da camada contaminada do solo, sendo considerada uma tecnologia efetiva, não destrutiva, econômica e socialmente aceita para remediar solos poluídos, podendo ser aplicada em grandes áreas e a possibilidade de realizar o tratamento in situ, a torna menos agressiva ao meio ambiente (OLIVEIRA et al, 2006 b; ALKORTA; GARBISU, 2001).

Desse modo, a fitorremediação representa uma alternativa ecológica aos métodos convencionais de remediação, como escavação e remoção da camada de solo contaminada, disposição em aterros e lavagem do solo (MEAGHER, 2000).

De acordo com Oliveira et al. (2006 b) “são diversas as características a serem observadas no sistema vegetal antes de aplicá-lo como um fitorremediador. Várias espécies também podem ser utilizadas em um mesmo local ou ao mesmo tempo, para remover mais de um contaminante”.

É importante ressaltar a vantagem do baixo custo, da melhoria da paisagem, do fornecimento de produtos (como forragem). Além disso, é possível a incorporação da matéria orgânica ao solo, quando não há necessidade de retirada das plantas fitorremediadoras da área contaminada.

Contudo, deve-se observar algumas limitações, sendo um tratamento mais lento do que pelas técnicas físico-químicas tradicionais, na qual as plantas podem não se adaptar às condições climáticas e ambientais adversas dos solos a descontaminar.

2.4.1. Uso da Erva Sal (*Atriplex nummularia* L.) na fitorremediação do solo

Originalmente de zonas temperadas, subtropicais e mediterrâneas, particularmente na Austrália, o gênero *Atriplex* tem se desenvolvido bem onde usualmente ocorrem solos com características salinas e, ou sódicas similares à região de origem; como as zonas de clima árido e semiárido da América do Sul, em especial a Argentina, o Chile e o Nordeste Brasileiro.

A planta tem hábito arbustivo, com crescimento ereto, ramificado desde a base, atingindo alturas superiores a 2 metros, com inflorescências terminais, folhas verde acinzentadas, alternas, pecioladas, ovaladas, com tricomas vesiculares esbranquiçadas

acumuladores de sal (FREIRE et al, 2010; ALVES et al, 2007). É espécie dióica que se reproduz também vegetativamente (por mergulhia e fragmentos de ramos), segundo Kelley et al. (1982).

O nome erva sal é devido à particularidade que essa planta possui de adsorver sal por meio de seu sistema fisiológico, tendo, portanto, o sabor salgado. É sabido que tal espécie foi introduzida no Semiárido brasileiro na década de 30, pela Inspetoria Federal de Obras contra as secas, dos trabalhos de pesquisa do pesquisador Guimarães Duque (BOLETIM, 1938), mas somente nestas últimas décadas é que ela tem recebido mais atenção da comunidade científica.

Sendo uma das plantas mais utilizadas em fitorremediação de solos salinos e sódicos, a erva sal, planta halófito, pertencente à família Chenopodiaceae é reconhecidamente tolerante ao estresse salino e hídrico, bem como produtora de grande biomassa vegetal, o que a torna capaz de extrair quantidades consideráveis de sais desses solos. (LEAL et al., 2008; SOUZA, 2010; ARAÚJO, 2006; FREIRE et al., 2010).

As halófitas são plantas que têm capacidade de acumular quantidades elevadas de sais em seus tecidos e de extraí-los dos solos, sendo muito utilizadas na recuperação de solos afetados por sais, técnica denominada de “fitorremediação”. Para o sucesso da fitorremediação em solos salino-sódicos, as plantas devem apresentar tolerância ao excesso de sais e alta produção de biomassa nesta condição. Além disso, devem acumular elevados teores de sais na parte aérea, visando a possibilitar a remoção dos sais com a colheita das plantas (ZHU, 2001; ARAUJO, 2006).

Experimentos conduzidos por Glenn et al (1998) com erva sal irrigada com água do Mar Vermelho e do mar do Golfo Pérsico, que apresentam teores de sais da ordem de 40 gramas de sal por litro, superior aos teores de sais encontrados na maioria dos oceanos, revelaram a tolerância da planta cuja relevância maior é ser uma forrageira que apresenta um teor de proteína ao redor de 14% do total de matéria seca.

Segundo relatos, ao se produzir 5 Toneladas de matéria seca de erva-sal, extrai-se 1.000 kg ha⁻¹ de sal por ano do solo (INFORMAÇÕES..., 2007). Todavia, apesar dessa eficiência na retirada dos sais do solo, a remoção não é significativa quando comparada à quantidade de sais adicionada pela irrigação com água de alta salinidade (PORTO et al, 2001). Por tudo isso, a *Atriplex nummularia* pode ser importante

alternativa para a região semiárido brasileira, especialmente se a produção for atrelada à utilização dos rejeitos dos dessalinizadores de água salobra, em programas de revitalização de solos salinizados ou contaminados.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

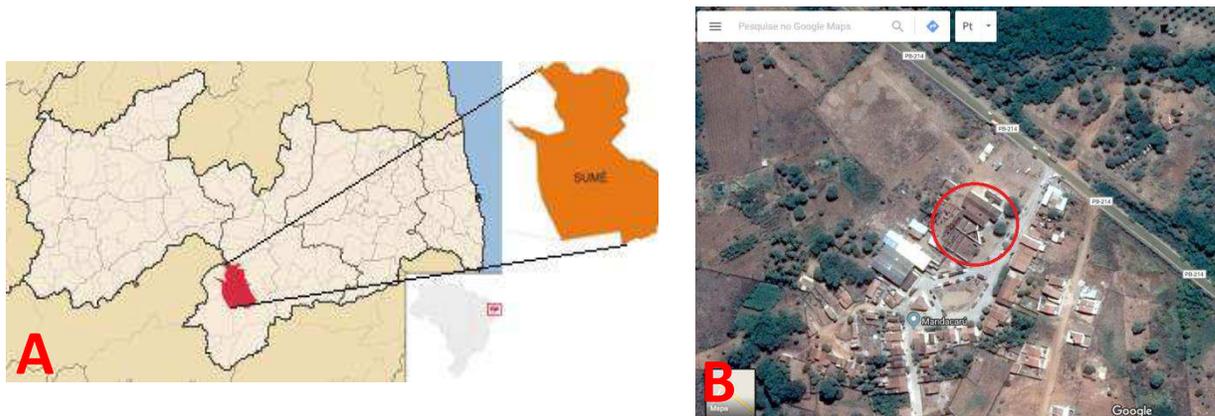
A pesquisa seguiu os preceitos de estudo bibliográfico que, segundo Gil (2008, p 50) é desenvolvido a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos’.

Do ponto de vista dos objetivos, este estudo foi classificado como uma pesquisa exploratória e descritiva. Pesquisa exploratória para Vergara (1998, p. 45) “é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa”.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no município de Sumé, Cariri Ocidental do Estado da Paraíba, localizado sob as coordenadas geográficas 07° 40’ 18” S e 36° 52’ 48” W a 532 m de altitude. A cidade cobre cerca de 843,2 km² e a temperatura média é de 22,9°C (Figura 1).

Figura 1 - Vista aérea de Sumé (A) e localização do Matadouro Público (B)



Fonte: Google Maps, 2018.

Em visitas realizadas ao matadouro público para visualização do entorno e retirada de amostras de solos em locais determinados para análises, bem como retirada da salmoura para análises e utilização no experimento, constatou-se visualmente o estado de degradação dos solos do ambiente.

3.3 ANÁLISE DO SOLO E PREPARAÇÃO DAS ESTACAS DE ATRIPLEX

O solo usado nas fases da pesquisa foi um Luvisolo cujas análises foram realizadas pelo Laboratório de Solos do CDSA da UFCG, campus de Sumé-PB, de acordo com a metodologia descritas em Embrapa (1999) e van Raij (2001) para as determinações químicas, respectivamente. Os atributos químicos do solo são apresentados na (Tabela 2).

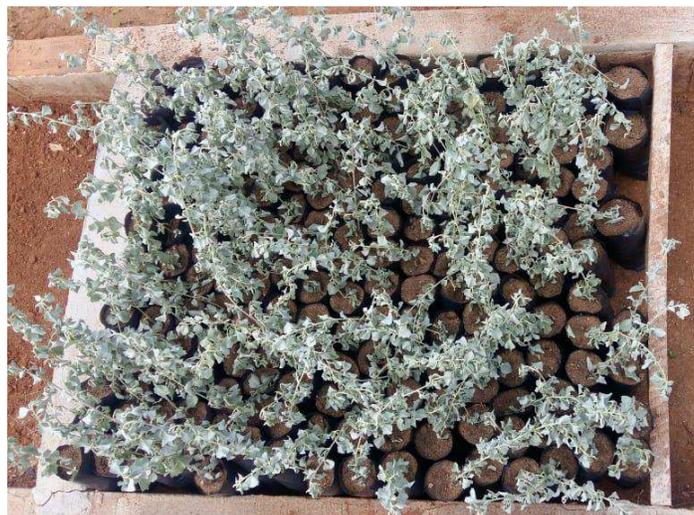
Tabela 2 - Atributos químicos do solo usado no experimento.

| Material | pH H ₂ O | P μg/cm ³ | K ----- cmol _c dm ⁻³ | Ca cmol _c dm ⁻³ | Mg ----- cmol _c dm ⁻³ | Na | M.O. g/dm ³ | CE dS m ⁻¹ |
|----------|------------------------|-------------------------|--|--|---|------|---------------------------|--------------------------|
| Solo | 6,3 | 15,35 | 0,92 | 9,5 | 12,5 | 0,87 | 44,3 | 0,52 |

Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

As mudas de erva sal (*Atriplex nummularia*) foram adquiridas de uma matriz experimental do viveiro de mudas do CDSA (Figura 2).

Figura 2 - Estacas de erva sal em viveiro.



Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.

Foram preparadas 30 estacas buscando padronizar em 20 cm de altura e 0,5 cm de diâmetro. As estacas foram plantadas em sacos de polipropileno, tendo por substrato um Luvissole proveniente do viveiro de mudas e esterco curtido, na proporção 1:1. Após um mês as mesmas foram transplantadas para vasos com capacidade para 5 kg de solo, mantendo-se o mesmo substrato e proporção (Figura 3). As estacas permaneceram nos vasos por um período de 30 dias.

Figura 3 - Estacas de erva sal em vasos em seus respectivos tratamentos



Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.

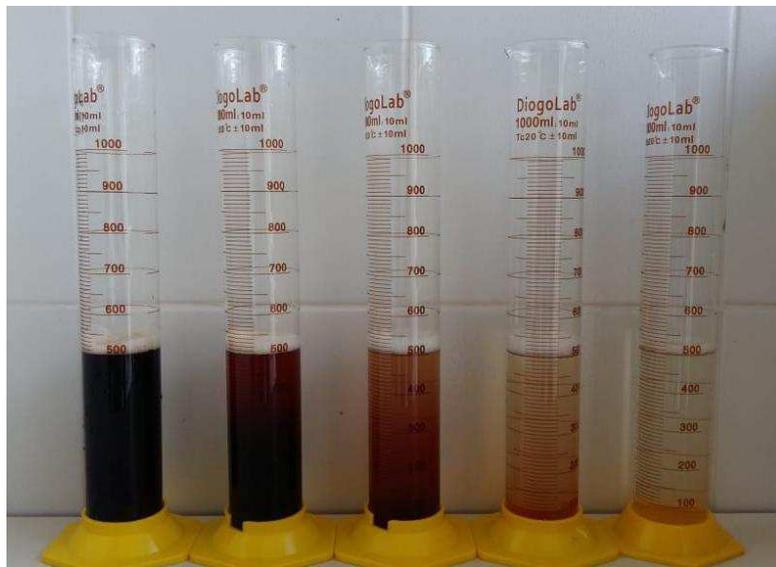
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a pesquisa de campo com a erva sal, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos corresponderam a 06 soluções com percentuais crescentes de salmoura diluída na água de irrigação do poço do Viveiro de Mudas do CDSA, sendo elas Controle (água de irrigação); 100%; 50%; 20%; 4,0% e 0,8% de diluição da salmoura (Figura 4), com 05 repetições cada, totalizando 30 parcelas.

Cada vaso com capacidade para 5 L de solo foi irrigado com os tratamentos das unidades experimentais estabelecidas (diluições), sendo inicialmente determinada à capacidade de campo (CC). que correspondeu inicialmente a 900 mL (diluição) de cada

tratamento. A massa de cada vaso foi aferida substrato, antes e após a irrigação. A cada dois dias as plantas foram irrigadas com o equivalente a 100mL (Diluição), o valor de reposição da CC.

Figura 4 - Aspecto da salmoura preparada em diluições da esquerda pra direita: 100; 50; 20; 4,0 e 0,8% de salmoura



Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018

A salmoura, coletada na fossa do Matadouro Público, apresentava coloração vermelho escura e mau cheiro, provenientes do acúmulo do sangue e dos demais constituintes orgânicos do material, o que compromete a qualidade do solo e água subterrânea, bem como a saúde da população local e principalmente funcionários do próprio local. Na tabela 3 os resultados do pH e a condutividade elétrica (CE).

Tabela 3 - Condutividade elétrica (CE) e pH da água (Controle) e das diluições da salmoura.

| % salmoura | CE (dS m ⁻¹) | pH |
|------------|--------------------------|-----|
| 100 | 392,1 | 8,7 |
| 50 | 205,0 | 8,7 |
| 20 | 40,7 | 8,6 |
| 4,0 | 16,1 | 8,6 |
| 0,8 | 5,7 | 8,3 |
| 0,0 | 1,1 | 6,0 |

Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

3.4.1 Variáveis estudadas e Análise Estatística

Quinzenalmente foram feitas avaliações morfométricas (altura, diâmetro do coleto e número de ramos). Ao final do experimento, 30 dias após permanecerem sendo irrigadas com as respectivas diluições nos vasos, foram avaliadas o tamanho e a quantidade das raízes. A análise estatística dos dados foi feita por meio de regressão das características avaliadas em função das diluições incluindo o tratamento testemunha como referência, por meio do *software* SISVAR versão 3.01 (FERREIRA, 2000), e para a comparação das médias dos tratamentos, utilizou-se o teste 't', em nível de 5% de probabilidade.

3.5 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DO SOLO

As determinações laboratoriais foram realizadas para verificar o grau de degradação dos solos pela salinização e pelo incremento dos teores de sais solúveis, a partir da irrigação com a água residuária da salmoura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DO SOLO DA ÁREA DE DEPOSIÇÃO DA SALGA

As análises do solo da área do Matadouro Público de Sumé - PB, na área de dez metros (10 m) anterior a deposição da salmoura (A) visando avaliar os atributos químicos do solo anterior ao redor da deposição; local da deposição da salga (B), tendo por objetivo avaliar o grau de contaminação devido ao derramamento da salmoura, e dez metros (10 m) pós entorno a deposição da salmoura (C), sendo escolhido para identificar uma possível migração dos poluentes por se encontrar na cota mais baixa do terreno.

Foram realizadas pelo Laboratório de Solos do CDSA da UFCG (Sumé), segundo a metodologia já referenciada e revelaram os seguintes valores (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos químicos do solo da área de deposição da salmoura.

| Local | pH H ₂ O | P mg/cm ³ | K ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | Ca cmol _c dm ⁻³ | Mg ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | Na | M.O. g/dm ³ | CE dS m ⁻¹ |
|-------|------------------------|-------------------------|--|--|---|-------|---------------------------|--------------------------|
| A | 6,9 | 140,6 | 0,48 | 6,3 | 3,6 | 1,65 | 1,02 | 0,92 |
| B | 8,0 | 110,2 | 3,15 | 4,3 | 2,1 | 47,82 | 3,94 | 8,49 |
| C | 8,0 | 133,9 | 2,93 | 4,5 | 2,2 | 5,21 | 2,23 | 3,13 |

Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

Os dados da tabela permitem compreender que o solo na região do depósito da salmoura sofre algumas inferências, como por exemplo a alteração nos valores de pH nas áreas do local e posterior à deposição da salmoura, seguida de valores alterados para o potássio e o cálcio.

Observa-se que o estabelecimento do processo de salinização, pelo acréscimo do gradiente de condutividade elétrica e teores de sódio, o que vai comprometendo a qualidade do solo da área.

A deposição de rejeitos de fontes diversas de material orgânico causa a salinização dos solos. De acordo com Feigin et al., (1991), a aplicação de águas residuárias no solo é prática comum considerada uma forma de deposição final dessas águas cujas consequências nas propriedades físicas e químicas do solo só se

manifestam após longo período de aplicação e dependem das características do solo e do clima.

Para Ayers e Westcot (1999) a principal limitação do uso de águas residuárias na agricultura é a sua composição química: totais de sais dissolvidos, presença de íons tóxicos e a concentração elevada de sódio em relação ao cálcio e magnésio, além da tolerância das culturas.

No presente estudo, o material (salmoura) depositado no solo da área do Matadouro Público de Sumé – PB apresenta elevada carga orgânica, composta por grande quantidade de sangue, alto teor de gorduras, fragmentos de tecidos e pelos, e tem contribuído para elevar o conteúdo de matéria orgânica (1,02 para 3,94 g/dm³), da mesma forma, elevando igualmente o teor de sódio (de 1,65 para 47,82 cmol_c dm⁻³) e a condutividade elétrica (0,92 para 8,49dS m⁻¹), evidenciando condições preocupantes de degradação do solo da área.

4.2 DO SOLO IRRIGADO COM SALMOURA DILUÍDA NA ÁGUA DO POÇO

Após a condução do experimento foi realizada análise no solo dos vasos que receberam os tratamentos. Na Tabela 6 apresentam-se os resultados das análises químicas do solo após ter recebido as irrigações com as diferentes diluições da salmoura.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo após a aplicação dos tratamentos.

| % Salmoura | pH H ₂ O | P mg/dm ³ | K | Ca | Mg cmol _c dm ⁻³ | Na | M.O. g/dm ³ | CE dS m ⁻¹ |
|------------|------------------------|-------------------------|------|-----|--|-------|---------------------------|--------------------------|
| 100 | 7,2 | 125,1 | 1,89 | 3,7 | 9,7 | 161,7 | 81,6 | 21,13 |
| 50 | 7,0 | 128,0 | 1,99 | 4,1 | 8,8 | 91,3 | 77,2 | 14,34 |
| 20 | 6,7 | 130,3 | 2,22 | 4,4 | 6,8 | 22,6 | 62,9 | 10,85 |
| 4,0 | 6,7 | 140,9 | 2,27 | 4,9 | 5,7 | 8,21 | 51,4 | 5,60 |
| 0,8 | 6,6 | 142,2 | 2,40 | 5,0 | 2,8 | 2,87 | 34,2 | 2,03 |
| 00 | 6,5 | 153,5 | 0,92 | 5,8 | 1,5 | 0,34 | 22,1 | 0,51 |

Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

Verificou-se que houve acréscimo dos teores de sal no solo, nos diferentes tratamentos, com mais expressividade nos vasos que receberam irrigação com 100% de salmoura (Na 161,7cmol_c dm⁻³ e CE 21,13dS m⁻¹) e nas diluições 50% (Na 91,3cmol_c dm⁻³ e CE 14,34dS m⁻¹) e 20% (Na 22,6cmol_c dm⁻³ e CE 10,85dS m⁻¹), acompanhado

pelo decréscimo nos teores de Ca (5,8 no controle para 3,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no tratamento com 100% de salmoura) e acréscimo de Mg (1,5 para 9,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Segundo Craul e Switzenbaum (1998) apud Kiehl (1998), a aplicação de resíduos com valores acima de 4,0 dS m^{-1} em solos deve ser evitada, uma vez que as cargas e a frequência desses no solo podem contribuir para a salinização do solo.

O excesso de Ca em relação ao Mg na solução do solo pode prejudicar a absorção desse último, assim como o excesso de Mg também prejudica a absorção de cálcio, o mesmo ocorrendo com relação ao potássio (MALAVOLTA et al., 1997; MOORE et al., 1961).

Relativo à matéria orgânica, houve acréscimo expressivo de 2,2 para 8,1%, comparando-se o tratamento controle com 100% da salmoura. Considerada fundamental para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, quando aplicada ao solo, a matéria orgânica aumenta a aeração e a retenção de umidade, sendo a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, além de aumentar a atividade dos microorganismos do solo e ser fonte de energia e de nutrientes para as plantas (KIEHL, 1981; 1985; PEREIRA et al., 2004).

Além do aumento das concentrações de sais e sódio trocáveis ocasionar a redução da fertilidade do solo, considerando as propriedades físicas, tem-se que o acréscimo dos teores de sais contribuindo com a degradação do solo por trazer prejuízos às características físicas, provocando desestruturação, aumento da densidade do solo e redução da infiltração de água (Tabela 6).

Tabela 6 - Densidade do solo dos vasos ao final do experimento.

| % Salmoura | Ds* | Dp** |
|------------|------|------|
| 100 | 1,35 | 2,00 |
| 00 | 1,97 | 2,88 |
| 50 | 1,89 | 2,83 |
| 20 | 1,72 | 2,70 |
| 4,0 | 1,70 | 2,65 |
| 0,8 | 1,68 | 2,27 |

*Ds Densidade do solo **Dp Densidade da partícula

Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

As determinações laboratoriais permitiram inferir que solo sofreu alterações a cada aumento no percentual de salmoura adicionada a água do poço criando camadas visíveis de sais em sua superfície, impossibilitando o aparecimento de ervas espontâneas nos vasos nas proporções de 50 e 100% Salmoura; também sendo visíveis camadas de sais no entorno dos vasos devido à mobilidade da salmoura no solo.

Junto a o incremento dessa camada de sal, após a retirada do solo foi notório a compactação do mesmo nas maiores proporções de salmoura solos, criando blocos de solos de forma úmida mantendo-se ainda pequenos odores indesejáveis (Figura 5).

Figura 5 - Camadas de sais na superfície (A) e solo após retirada dos vasos (B) no tratamento com 100% salmoura.



Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

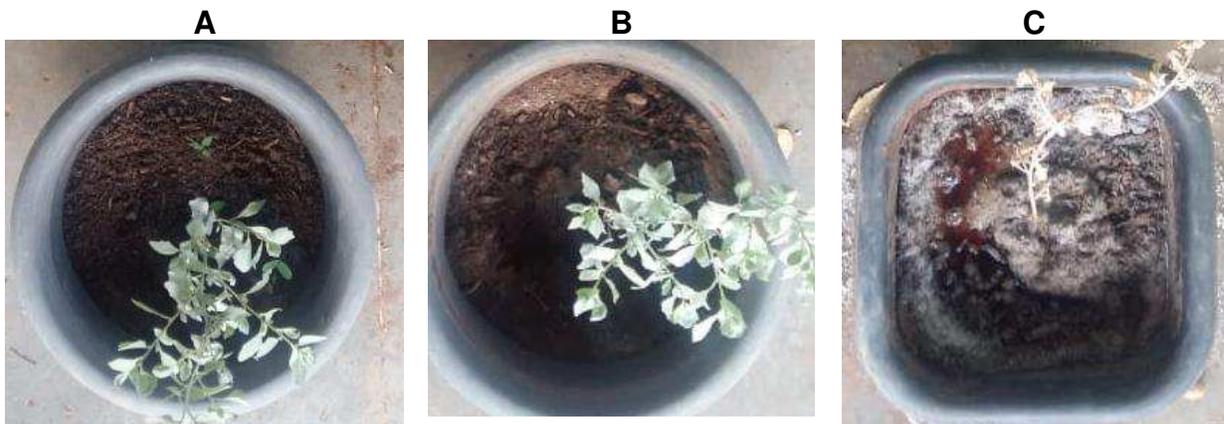
4.3 DA PLANTA

Ao comparar a produção por planta (número de ramos), pode-se observar que as diluições de 20% e 4,0% de Salmoura foram as que apresentaram os melhores resultados, que pode ser compreendido pela maior tolerância da planta aos níveis crescentes de salinidade. O mesmo efeito verificou no número e no comprimento das raízes que foi superior nas referidas diluições, todavia, o uso da salmoura pura influenciou fortemente os parâmetros de produtividade da *Atriplex nummularia*, sendo

este efeito detectado nos aspectos da parte lenhosa da planta, mas sobre tudo no sistema radicular, comprometendo o crescimento e a quantidade de raízes.

Riley et al. (1997) apontam o cultivo da *Atriplex nummularia* como a melhor opção para dispor o rejeito de osmose reversa, acrescentando que, por ser originada de regiões áridas, a *Atriplex* é importante principalmente, por conseguir produzir e manter uma abundante fitomassa, mesmo em ambientes de alta aridez e salinidade (EMBRAPA, 1999).

Figura 6 - Aspecto do solo ao final do experimento com erva sal nos diferentes tratamentos*.



*A controle, B diluição 20% salmoura, C100% salmoura.
Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.

Observa-se o acúmulo de sais na superfície do solo com o tratamento 100% de salmoura, denunciando a expressiva degradação.

Os valores apresentados na Tabela 7 demonstram efeito significativo ($P < 0,05$), entre as diferentes diluições para as variáveis, Altura, Diâmetro do coleto, Número de brotações, Número e Comprimento de raízes, tendo a erva sal apresentado bom desempenho sendo capaz de crescer e produzir biomassa nesse ambiente marginal.

Segundo Souza (2010) a *Atriplex nummularia* destaca-se no processo de fitorremediação de solos afetados por sais, por atender a conveniências necessárias a este processo, tais como a produção de abundante biomassa em solos com altos teores de sais, além de tolerar déficit hídrico, comum em áreas de clima árido e semiárido.

Tabela 7 - Dados morfométricos da erva sal nos diferentes tratamentos.

| % SALMOURA | VARIÁVEIS | | | | |
|------------|----------------|------------------|-------------|-----------|--------------------|
| | Altura (cm) | Diâmetro (cm) | NºBrotações | Nº Raízes | Comp. Raiz (cm) |
| 100 | 31.70 | 1.16 | 14.40 | 9,0 | 8.10 |
| 50 | 45.50 | 1.70 | 18.20 | 23,0 | 20.50 |
| 20 | 50.20 | 2.00 | 31.20 | 44,0 | 107.60 |
| 4,0 | 51.70 | 2.10 | 27,80 | 35,0 | 69,60 |
| 0,8 | 37.30 | 1.52 | 23.20 | 25,0 | 14,40 |
| 00 | 40.70 | 2.00 | 19.40 | 25,0 | 11.60 |

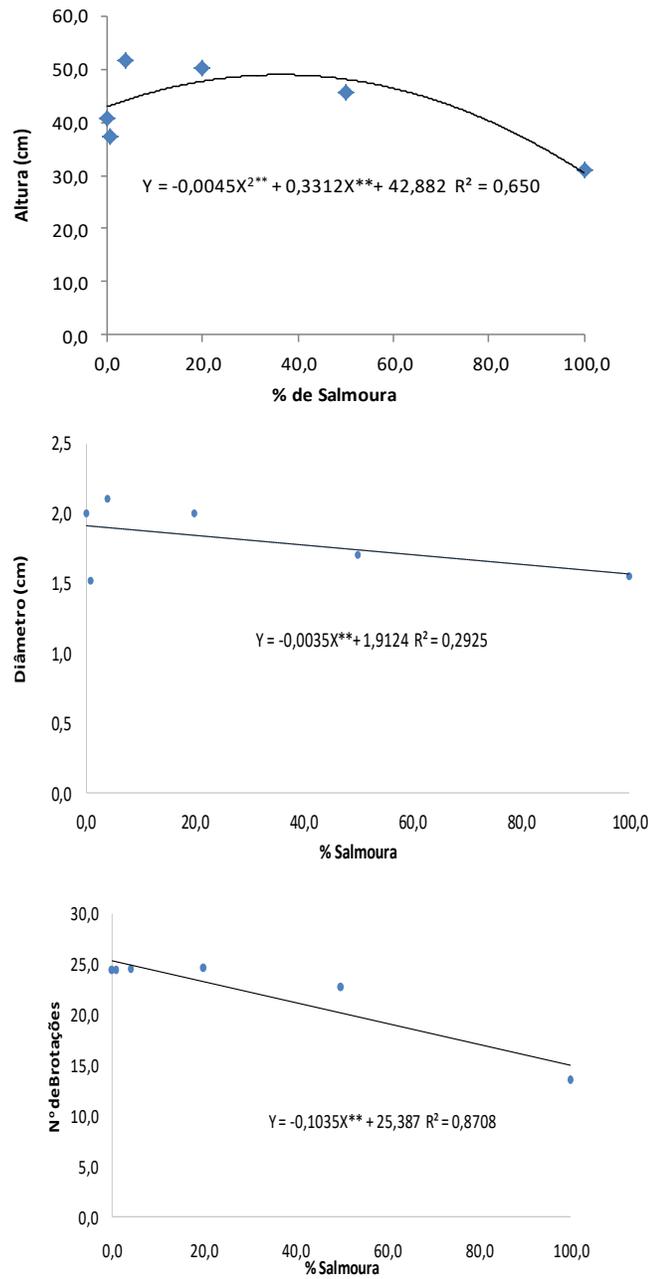
Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

Os resultados morfométricos mostrados nas figuras 5 e 6 expressam a habilidade da planta em manter o crescimento sob estresse salino. Na diluição de 20%, correspondente a CE 40,7 dS m⁻¹, todas as variáveis tiveram crescimento significativos positivos, sobretudo quando comparados ao controle (00% salmoura) e a maior diluição (100 % de salmoura).

Com base na significância dos coeficientes de regressão apresentados, verifica-se que o efeito das diluições da salmoura sobre o comportamento das características avaliadas; face a esses resultados, deu-se preferência à representação gráfica a partir das equações, incluindo o tratamento testemunha como referência para o comportamento das variáveis.

É possível observar no gráfico 1 que o aumento no percentual de salmoura reduziu a altura, diâmetro e número de brotações da atriplex sp, apresentando maiores valores a 4 e 20% de salmoura na água de irrigação.

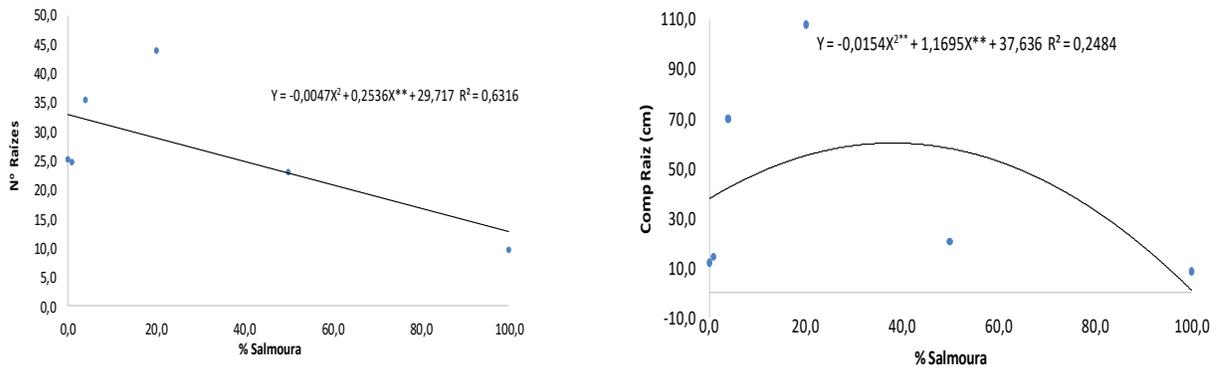
Gráfico 1 - Dados morfométricos da erva sal em função dos diferentes tratamentos.



Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.

O mesmo comportamento foi evidenciado para o número de raízes e comprimento das raízes (Gráfico 8).

Gráfico 2 - Número e comprimento das raízes da erva sal nos diferentes tratamentos.

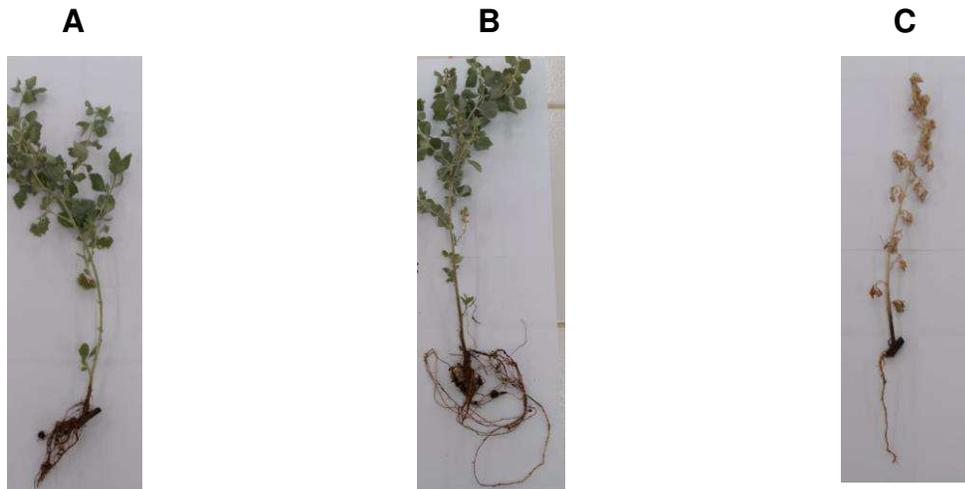


Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFMG, Sumé, Paraíba. 2018.

Tais resultados apresentam-se de acordo com os de Leal et al. (2008) que avaliaram a influência de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na produção de erva sal e observaram a influência da adição de água de classes mais salinas sobre a matéria seca das raízes até os 40 dias após o plantio, indicando que a planta pode ser irrigada com água de condutividade elétrica elevada, sem prejuízo na sua produtividade.

Na figura 7 apresenta-se o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em função dos tratamentos, Controle, 20% salmoura e 100% salmoura.

Figura 7 - Comprimento da raiz da erva sal nos diferentes tratamentos*.



*A controle, B 20% salmoura, C 100% salmoura.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições da pesquisa pode-se concluir que:

- A *Atriplex nummularia* L. respondeu ao incremento de salinidade da água residuária de salmoura na irrigação quando se consideram o aumento de produção de biomassa e do sistema radicular.

- No solo o aumento da concentração da água residuária de salmoura promoveu aumento na densidade do solo, alterando sua estrutura, além de elevar o incremento de matéria orgânica, pH, teores de Na e CE, sobretudo nos vasos que receberam irrigação com 100% de salmoura.

- Os atributos químicos do solo da área de deposição da água residuária da salga do couro apresentaram teores de sódio, matéria orgânica e condutividade elétrica elevados no local e no entorno, indicando processo de degradação acentuado.

- Embora com reduzido tempo de cultivo, foi possível evidenciar que a *Atriplex nummularia* L. apresentou potencialidades de expressiva tolerância ao desenvolvimento em solos de áreas contaminadas pela salinidade da água residuária da salga de couro.

Os resultados indicaram, ainda, que há necessidade de diluir a água residuária do curtume ante de usá-la na irrigação da erva sal na fase inicial de crescimento.

Um ponto que merece ser destacado e estudado em futuros trabalhos é a necessidade de testar-se outras espécies, menos tolerantes à salinidade, buscando otimizar a concentração de salmoura adequada à prática da irrigação.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004

ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2000. p.299-352.

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Ambiental. **Relatório de Acompanhamento Setorial**. Março 2011. Disponível em: <https://www.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Relatorios_NEIT/Industria-de-Couro-marco-de-2011.pdf>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

ALKORTA, I.; GARBISU, C. Phytoremediation of organic contaminants. **Biores. Technol.**, v. 79, p.273-276, 2001.

ALVES, J. N.; ARAÚJO, G. G. L.; PORTO, E. R.; CASTRO, J. M.; SOUZA, L. C. Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl) e palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v.9, n.1, p.43-52, 2007.

AQUIM, P. M. de. **Balanco de massa**: uma ferramenta para otimizar os processos de ribeira e curtimento. 2004. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ARAÚJO, S. A. M. de. Salinity tolerance of halophyte *Atriplex nummularia* L. grown under increasing NaCl Levels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n.4, p.848-854. 2006.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2. Ed Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 152-169, 2008.

IFOCS. Inspeção Federal de Obras Contra as Secas. Obras contra as secas: Objetivos, programas, ação da inspeção, resultados. **Boletim**, v.10, n.2, p.157-197, 1938.

BOS, A. **Barreiras técnicas ao comércio internacional de couros e calçados**. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. **Legislação brasileira sobre meio ambiente**. – 2. Ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010. 967 p. – (Série legislação; n 45)

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em 04 de julho de 2018.

BRITO, A. L. F.; MUNIZ, A. C. S.; LOPES, W. S.; LEITE, V. D.; PRASAD, S. Processo de codisposição de resíduos sólidos industriais de curtume. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 3, jul.-set., 2002 e n. 4, p. 144-150, out.-dez., 2002. ISSN 1413-4152.

CAMPOS, S. H. A indústria de couros no Brasil: desempenho superior ao da indústria calçadista em 2006. **Indic. Econ.**, v. 34, n. 2, p. 37-46, set. 2006.

CARDOSO, E. E.; GOMES, A.; LÍRIO, V. S.; LEITE, E. R.; TEIXEIRA NETO, J. F.; COUTINHO, M. E.; CRUZ, G. M. da. **Análise da cadeia produtiva de peles e couros no Brasil**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. 4 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 68).

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **Resolução Nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE -**Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**.

COUTINHO, M. E.; CRUZ, G. M. da; PACHECO, M. A.; VELLY, M. de L. M. **Análise da cadeia produtiva de peles e couros no Brasil**. Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico. n. 68, nov. 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. Projeto de Cooperação CETESB-GTZ 2 ed. CETESB, São Paulo, 2001. 389 p.

CORREA, A. R.; ROSA, S. E. S. da. **A indústria de curtumes no Brasil**. Informe Setorial. Área Industrial, n. 3, p. 1-4, out. BNDES: 2007.

CUNHA Rodrigo César de Araújo. **Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Fontes Industriais Desativadas – Estudo de Caso**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1997. 152 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa – SPI, 1999. 412p.

ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, cap. 1, p.3-26. 2003.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Livestock's long shadow**: environmental issues and options. Roma: FAO, 2006.

FARENZENA, M.; FERREIRA, L. de S.; TRIERWEILER, J. O.; AQUIM, P. M. de. Tanneries: from waste to sustainability. **Brazilian Archives of Biology and Technology: na International Journal**. v. 48, n. special, p. 281-289, jun., 2005, ISSN 1516-8913.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: Management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

FERNANDES, C. **Esgotos sanitários**. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 1997.

FERREIRA, D.F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: Manual de orientação. Lavras: UFLA/DCE. 37p. 2000.

FIGUEIREDO, A. S.; FIGUEIREDO, R. S. Gestão de negócio: agroindústria de curtume e efluentes. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO DE NEGÓCIOS DA UNIFAE CENTRO UNIVERSITÁRIO, 2., 2005, Curitiba. **Anais eletrônicos**... Curitiba: UNIFAE, 2005.

FREIRE, M. B. G. S.; SOUZA, E. R. FREIRA, F. J. Fitorremediação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S., LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza. INCT Sal, 2010. p. 472.

FUCK, W. F.; GUTTERRES, M.; MARCILIO, N. R. Influência do acabamento molhado e do envelhecimento do couro na oxidação de cromo. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA OKTOBER FÓRUM – PPGEQ, 6., 2007, Porto Alegre. **Anais Eletrônicos**... Porto Alegre: UFRGS, 2007.

GALLON, E. M.; GIACOMOLLI, G. Curtimento ao cromo de couros. **Resposta Técnica SENAI-RS**. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLENN, E. P. BROWN, J. J. Effects of soil salt levels on the growth and water use efficiency of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) varieties in drying soil. **American Journal of Botany**, v.85, p. 10-16, 1998.

GONÇALVES, D. B.; ALVES, J. C. A legislação ambiental e o desenvolvimento sustentável no complexo agroindustrial canavieiro da bacia hidrográfica do rio MogiGuaçu. In: SEMINÁRIO ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE: REGULAÇÃO ESTATAL E AUTO-REGULAÇÃO EMPRESARIAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 3, 2003, Campinas. **Anais...** São Paulo: UNICAMP, 2003. p. 1-24.

GOOGLE MAPS. **[Sumé – PB]**. [2018]. Matadouro Público. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-7.6800586,-36.8796575,391m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

HERZOVICH, M. A. A stronghideproducerandobstinatetanner. **LeatherInternational**, v. 204, n. 4724, p. 31-32, 2002.

HOINACKI, E. **Peles e couros: origens, defeitos e industrialização**. 2. ed. ver. ampl. Porto Alegre: SENAI/RS, 1994.

INFORMAÇÕES sobre a cultura de *Atriplex*. **O que é Atriplex?** Disponível em: <<http://www.lead.org.br/article/print/209>>. Acesso em: 7 fev. 2018.

IBAMA. **Instrução normativa n. 4, de 13 de abril de 2011**. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Instrucao-Normativa-IBAMA-04-de-13-04-2011.pdf>>. Acesso em: 04 de julho de 2018.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 1995.

JÚNIOR, J. F.; MENDES, O.; **Gerenciamento de efluentes de abatedouros avícolas**: Estudo de caso Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental 2006.

KELLEY, D.B.; GOODIN, J. R.; MILLER, D.R. Biology of *Atriplex*. In: Sen, D. N.; Rajpuorohit, K. S. **Tasks for vegetation Science**, v. 2, p. 79-107, Junk Publ., 1982.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica “Ceres” Ltda., 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Preparo do composto na fazenda**. Casa da Agricultura, Campinas: v.3, n.3, p.6-9, 1981.

KLEBA, J. Adesão voluntária e comportamento ambiental de empresas transnacionais do setor químico no Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.6, n.2, p. 25-45. 2003.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.10-17. 2001.

LEAL, I. G. et al. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 03, p. 1065-1072, 2008

LEAL, I.G.; ACCIOLY, A.M.A.; NASCIMENTO, C.W.; FREIRE, M.B.G.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; FERREIRA, F.L. Fitorremediação de solo salino-sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 32, p. 1065-1072, 2008.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental** - a reapropriação social da natureza. Civilização Brasileira, 2006.

MAJOR, I.; SALES, J. C. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável**. 2012.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. Nutrição de plantas e fertilidade do solo, São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARTINS, S. V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa- MG, Editora UFV, 2012. Cap. 1, 21-42p.

MEAGHER, R.B. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. **Curr. Opin. Plant Biol.**, v. 3, p. 153-162, 2000.

MICHELS, I.; BARBOSA, F. B. M. H.; SPROESSER, R. L. **Couro bovino**: calçados. Campo Grande-MS: EdUFMS, 2003. 190 p.

MOORE, D. P.; OVERSTREET, R.; JACOBSON, L. Uptake of magnesium and its interactions with calcium in excised barley roots. **Plant Physiology**, Washington, v. 36, p. 290-295, 1961.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração Florestal: do diagnóstico de restauração ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p.437-451, 2010

MOREIRA, M. V.; TEIXEIRA, R. C. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro**: revisão bibliográfica no âmbito internacional. Porto Alegre: CNTL, 2003. 242 p.

NIRENBERG, L. P.; FERREIRA, O. M. **Tratamento de águas residuárias de indústria de laticínios: eficiência e análise de modelos matemáticos do projeto da Nestlé**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2005.

OLIVEIRA, S. C. **Responsabilidade socioambiental empresarial: uma ordem constitucional**. Monografia (Graduação em Direito) – Faculdade de Direito de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2006. (a)

OLIVEIRA, D. M. **Fitorremediação: o estado da arte**. Série Tecnologia Ambiental – STA 39. CETEM/MCT: Brasília, 2006. 32p. (b)

PACHECO, J. W. F. **Curtumes**. São Paulo: CETESB, 2005. (Série P+L).

PATERNIANI, J.E.S.; Pós-tratamento de efluente doméstico com sementes de Moringa. **In: WORKSHOP: “Esgoto doméstico em propriedades rurais: uma alternativa de preservação ambiental e uso racional na agricultura”** Estudo de Caso: APTA Fazenda-Sede do Pólo Regional Centro-Sul. Piracicaba, SP: Pólo APTA Centro Sul, 11 de maio de 2005. CD-ROM.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos ambientais e controle ambiental**. Universidade Federal do Pará, 2000.

PEREIRA, S. V.; MARTINEZ, C. R.; PORTO, E. R.; OLIVEIRA, B. R. B.; MAIA, L. C. Atividade microbiana em solo do Semi-Árido sob cultivo de *Atriplexnummulária*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.757-762, 2004.

PEREZ, R. **Uma análise exploratória da competitividade e agregação de valor da cadeia produtiva de carne bovina no Brasil, com ênfase no segmento de abate e processamento**. 2003. 336f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

PIRES, F. R. et al. Seleção de Plantas com Potencial para fitorremediação. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 451-158, 2003.

PERIN, Guido. **Ecotoxicologia integrada quantitativa**. Joinville, SC: Ed. UNIVILLE, 2005. 350 p.

PORTO, E. R. et al. Rendimento da *Atriplexnummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 01, p. 97-103, 2006.

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

POVEDA, Eliane Pereira Rodrigues et al. Responsabilidade Civil em Face do Passivo Ambiental. In: Philippi Jr., A. & Alves, A. C. (Eds.) **Questões de Direito Ambiental**. Editora Signus, São Paulo, pp.: 149-162, 2004.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI N, MARQUES JJ, GUILHERME LRG, LIMA JM, LOPES AS & ALVAREZ VH (Eds.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.165-208.

RODRIGUES, M.A.S. Application of photoelectrochemical and electro dialysis treatment for the recovery and reuse of water from tannery effluents. **Journal of Cleaner Production** v. 16, p. 605 – 611. 2008.

MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.3, p.165-208.

RILEY, J.J. et al. Halophyte irrigation: an overlooked strategy for management of membrane fraction concentrate. **Desalination**, v. 110, n. 3, p. 197-211. 1997.

ROCCO, R. **Legislação Brasileira do Meio Ambiente**. 2 ed Rio de Janeiro: DP&A, 2005.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matasiliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

RUIZ, M. S.; BOS, A.; NAGAMINE, R; MACHADO, E. L.; KODÁIRA, A. Technical barriers to trade of leather and shoes: potential impacts and challenges to the brazilian market. In: PORTLAND INTERNATIONAL CENTER FOR MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2007, Portland. **Anais...** Portland: PICMET, 2007.

RUPPENTHAL, J. E. **Perspectivas do setor couro do Estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 259 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SALT, D.E.; SMITH, R.D.; RASKIN, I. Phytoremediation. Ann. Rev. Plant Physiol. **Plant Molec. Biol.**, v. 49, p.643-668, 1998.

SAMPAIO, C. **Responsabilidade ambiental das empresas**. Disponível em: <<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/5890/Responsabilidade-ambiental-dasempresas>>. Acesso em: 04 de julho de 2018.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Desengenharia: O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 254p. 2001

SANTOS, A. M. M. M.; CORREA, A. R.; ALEXIM, F. M. B.; PEIXOTO, G. B. T. **Panorama do setor de couro no Brasil**. BNDES Setorial. n. 16, p. 57-84, set. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

SANTOS, G. C. G.; RODELLA, A. A. Efeitos da adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxico de B, Zn, Cu, Mn e Pb no cultivo de Brassicajuncea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.793-804, 2007.

SCHEIBE, E.; POHREN, E. Aspectos econômicos e ambientais do curtimento ao cromo no século XXI. In: ENCONTRO NACIONAL DA ABQTIC, 17., 2005, Gramado. **Anais Eletrônicos...** Gramado: ABQTIC, 2005.

SOUZA, E. R. de. **Fitorremediação de neossolo flúvico sódico salino de Pernambuco com *Atriplex nummularia***. Tese. UFRPE, 77p. Recife, Brasil. 2010;

TECNICOURO. **Ecoetiqueta é um importante apelo de venda na Europa.** Especial. Entrevista. ano 28. n 2. mar. 2007. p. 36-40.

TIRLONE, Carlos Eduardo. **Avaliação dos procedimentos para definição dos Responsáveis pela Execução de Investigação e Remediação nos Casos de Contaminação do Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo.** Dissertação. UNICAMP – Universidade de Campinas. Campinas, São Paulo, 115p. 2004.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 1998.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in plant Science**, v. 06, n. 02, p. 66-71, 2001.

APÊNDICES

Figura 8. Local da salga dos couros (A) e deposição da salmoura (B).



Figura 9. Aspecto da salmoura (A) e o autor fazendo a diluição (B) e aplicando os tratamentos (C).

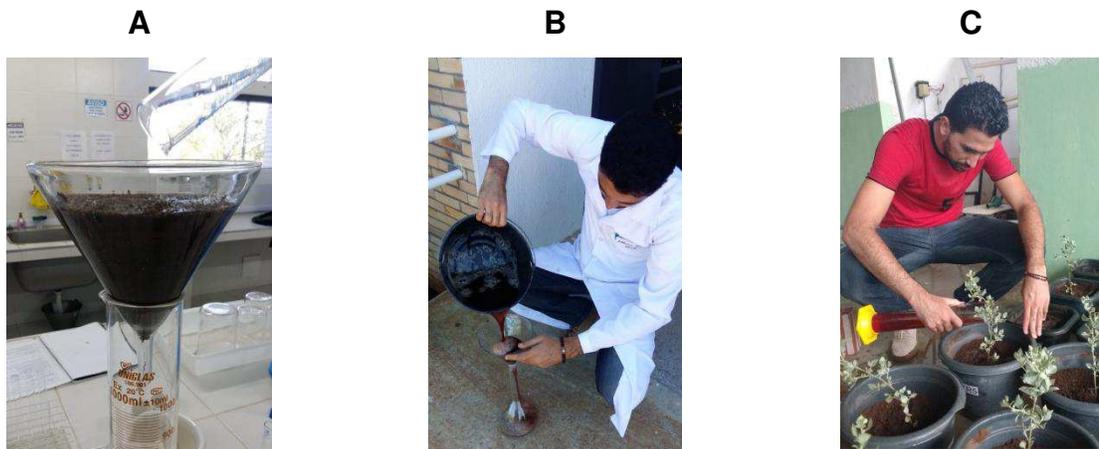


Figura 10. O autor fazendo a mensuração do sistema radicular da erva sal.



Fonte: Pesquisa de campo – CDSA/UFCG, Sumé, Paraíba. 2018.